

Рисунок 1 – Аппарат УЗИ - портативный сканер AcuVista RS880F

Физической основой УЗИ является пьезоэлектрический эффект. При деформации монокристаллов под влиянием ультразвуковых волн, на поверхности этих кристаллов возникают противоположных по знаку электрические заряды (прямой пьезоэлектрический эффект). При подаче на кристаллы переменного электрического заряда в них возникают механические колебания с излучением ультразвуковых волн. Отсюда следует, что один и тот же пьезоэлемент является поочередно, то приёмником, то источником УЗ волн. Эта часть в УЗ аппаратах называется ультразвуковым акустическим преобразователем, трансдюсером или датчиком.[1]

3.1.1 Датчики

Датчик содержит один или несколько кварцевых пьезоэлектрических кристаллов. Под действием электрического тока эти кристаллы быстро изменяют свою форму и начинают вибрировать, что приводит к возникновению и распространению наружу звуковой волны. И наоборот, когда звуковая волна достигает кварцевые кристаллы, они способны испускать электрический ток.

Таким образом, одни и те же кристаллы используются для приёма и передачи звуковых волн. Также датчик имеет согласующий слой, которые фильтрует звуковые волны, и акустическую линзу, которая позволяет сфокусироваться УЗ луч, то есть обеспечить минимальную ширину луча в определенном диапазоне глубин. В таблице 1 представлены виды датчиков (рисунок 2).

Таблица 1 – Виды датчиков

Линейные	(от 5 до 15 МГц). Глубина сканирования составляет не более 11 см; изображение исследуемой зоны получается с высокой разрешающей способностью, но искажается по краям; используются для исследования поверхностно расположенных структур (ЩЖ, молочных желез, небольших суставов и мышц), а также для исследования сосудов.
Конвексные	(от 1,8 до 7,5 МГц). Глубина сканирования составляет 20-25 см; изображение исследуемой зоны по ширине на несколько сантиметров больше самого датчика; используются для исследования глубоко расположенных органов (органов брюшной полости и забрюшинного пространства, мочеполовой системы, тазобедренных суставов).
Секторные	(от 1,5 до 5 МГц). Используются при эхокардиографии и любых исследованиях при наличии очень небольшого по площади, доступного для исследования, пространства, например, через-межреберное пространство.

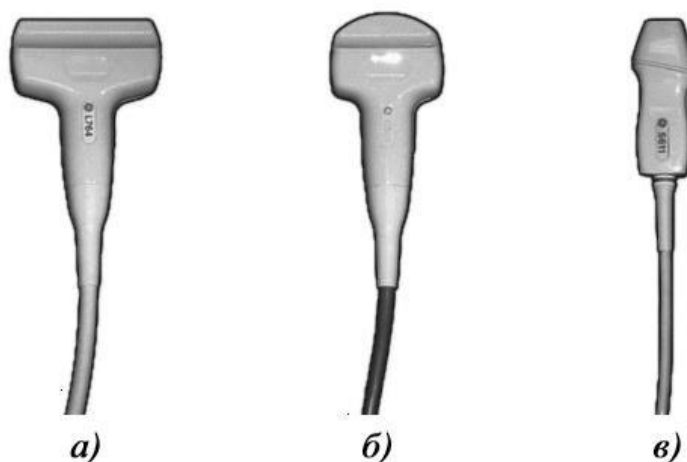


Рисунок 2 – Типы датчиков: а - линейный; б - конвексный;
в –секторный

3.1.2 Ультразвуковой преобразователь

Одним из основных составляющих любого УЗ диагностического прибора является ультразвуковой преобразователь (рисунок 3). Он входит в состав датчика, и от него в большой мере зависит качество получаемой информации.

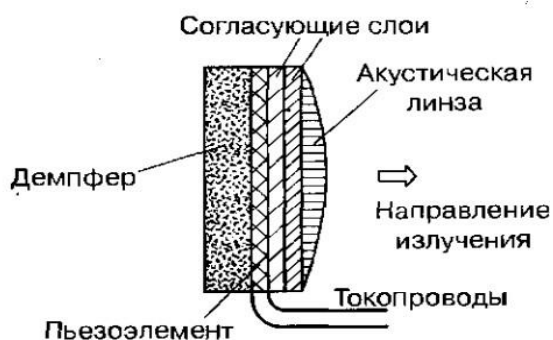


Рисунок 3 – Конструкция ультразвукового преобразователя

УЗ преобразователь выполняет следующий функции:

- 1) Преобразует электрические сигналы в ультразвуковые колебания с последующим излучением их в биологические ткани;

- 2) Принимает ультразвуковые эхо-сигналы, отражаемые неоднородностями в биологических тканях, и преобразует эти сигналы в электрические для дальнейшего усиления и обработки;
- 3) Обеспечивает формирование УЗ луча требуемой формы (в режиме излучения и приема);
- 4) Выполняет сканирование, т.е. перемещение УЗ луча в обследуемой области с помощью специальных переключателей (коммутаторов) и управляющих сигналов (рисунок 3).

Ультразвуковой преобразователь состоит из пьезоэлемента или решетки пьезоэлементов.

Изготавливаются из пьезокерамики, которая обладает свойством пьезоэффекта. При излучении сигналов пьезоэлементы преобразуют электрические сигналы, в ультразвуковые сигналы (обратный пьезоэффект). В процессе приема эхо-сигналов пьезоэлементы преобразуют приходящие к датчику УЗ сигналы в электрические сигналы (прямой пьезоэффект). На излучающую поверхность пьезоэлемента и на противоположную поверхность наносятся электроды - тонкие слои токопроводящего металла (как правило, серебра), а к ним припаиваются проводники - токопроводы. По ним поступают электрические сигналы возбуждения в режиме излучения и с них же в режиме приема снимаются эхо-сигналы, преобразованные в электрические. Чувствительность зависит от материала и качества изготовления пьезоэлемента. Пьезокерамика, из которой изготавливаются пьезоэлементы, очень хрупкий материал, поэтому с датчиками следует обращаться бережно.

3.1.3 Демпфер

Основное назначение демпфера это частичное смягчение (демпфирование) механических колебаний пьезоэлемента. Это делается для максимального расширения полосы ультразвуковых частот, принимаемых и

излучаемых датчиком, что повышает продольную разрешающую способность прибора. Еще одной обязанностью демпфера является поглощение излучения тыльной стороны пьезоэлемента, то есть той, которая обратна рабочей стороне, контактирующей с телом пациента.

3.1.4 Согласующие слои

Наносятся на излучающую и принимающую поверхности пьезоэлемента поверх электрода. Эти слои служат для согласования акустических сопротивлений материала пьезоэлемента с биологическими тканями. Хорошее согласование необходимо для обеспечения передачи с минимальными потерями ультразвуковых сигналов от пьезоэлемента в биологическую среду и наоборот, а, следовательно, повысить чувствительность датчика.

2.1.5 Акустическая линза

Акустическая линза фокусирует УЗ луч, то есть обеспечивает минимальную ширину луча в определенном диапазоне глубин и, тем самым улучшает разрешающую способность. Так же акустическая линза выполняет роль защитного слоя, который предохраняет пьезопреобразователь от различных повреждений [2].

Ультразвуковые волны характеризуются:

Периодом колебания – это время, необходимое частице для совершения одно колебательного движения;

Частотой – количество колебаний, совершаемое системой в единицу времени;

Длиной волны – это расстояние, которое проходит волна за время, затраченное на одно колебание. Длина волны обратно пропорциональна

частоте. Чем меньше длина волны, тем выше разрешающая способность УЗ аппарата. В системах медицинской УЗД, как правило, применяются частоты от 2 до 10 МГц. Разрешающая способность современных ультразвуковых аппаратов достигает 1-3 мм.

Ткани организма, преграждают распространение ультразвука, то есть обладает различным акустическим сопротивлением. Величина акустического сопротивления зависит от плотности ткани и от скорости распространения звуковых волн. Чем выше эти параметры, тем больше акустическое сопротивление.

3.2 Основные принципы УЗИ

Ультразвуковое изображение начинается с механического колебания кристалла, который возбуждается электрическим импульсом. Эти колебания (пьезоэлектрический эффект) испускаются кристаллом как звуковая волна (направленные вниз стрелки на рисунке 3.4). Звуковые волны от датчика проникают через ткани. Когда они достигают границы двух сред с различным акустическим сопротивлением, пучок ультразвуковых волн претерпевает некоторые изменения: одна его часть продолжает распространяться в новой среде, поглощаясь ею в той или иной степени, другая – отражается и возвращается как эхо (направленные вверх стрелки на рисунке 4) к датчику. Коэффициент отражения зависит от разности величин акустического сопротивления граничащих тканей: чем больше различие, тем больше отражение и, больше амплитуда зарегистрированного сигнала, а значит, тем светлее и ярче он будет выглядеть на экране аппарата. Полным отражателем является граница между тканями и воздухом.

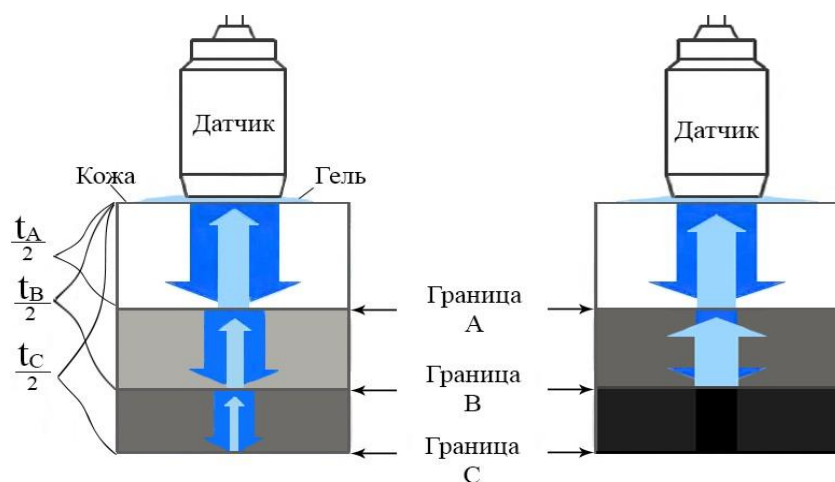


Рисунок 4 - Принцип распространения и отражения ультразвука

Вернувшиеся эхо-сигналы преобразуются пьезокристаллами в электрические импульсы и в дальнейшем используются компьютером для построения изображения на экране.

Звуковые волны отражаются от границы раздела (А, В, С) сред с различной акустической плотностью (т.е. различным распространением звука). Отражение звуковых волн пропорционально разнице акустической плотности:

Умеренная разница (граница А на рисунке 4 слева) будет отражать и возвращать часть звукового луча к датчику, оставшиеся звуковые волны будут передаваться и проникать дальше в слои тканей, которые лежат глубже.

Если разница в акустической плотности больше (граница А на рисунке 4 справа), интенсивность отраженного звука также увеличивается, а интенсивность проникающего дальше звука пропорционально уменьшается.

Если акустическая плотность существенно различается (граница В на рисунке 4 справа), звуковой луч полностью отражается, и в результате образуется полное отражение, т.е. тотальная акустическая тень. Акустическая тень наблюдается позади костей (ребра), камней (в почках или желчном пузыре) и газа (газ в кишечнике).

Эхо-сигналы не появляются, если нет различий в акустической плотности граничащих сред: гомогенные жидкости (кровь, желчь, моча и содержимое кист) выглядят как эхонегативные (черные) структуры.

Отражение ультразвуковых волн зависит также от угла падения на зону воздействия – чем больше угол падения, тем больше коэффициент отражения. Поэтому ультразвуковой излучатель должен прикасаться к коже всей своей поверхностью.[3]

Процессор рассчитывает глубину, на которой возникло эхо, путем регистрации разницы времени между моментами излучения акустической волны и получения эхосигнала. Эхосигналы от тканей, лежащих рядом с датчиком (А), возвращаются раньше (t_a), чем от тканей, лежащих на глубине (t_b , t_c).

Воздух сильно поглощает ультразвук, поэтому непосредственный контакт между датчиком и кожей обеспечивается нанесением контактного геля [3].

Структурная схема аппарата УЗИ представлена ниже, на рисунке 5 [1].

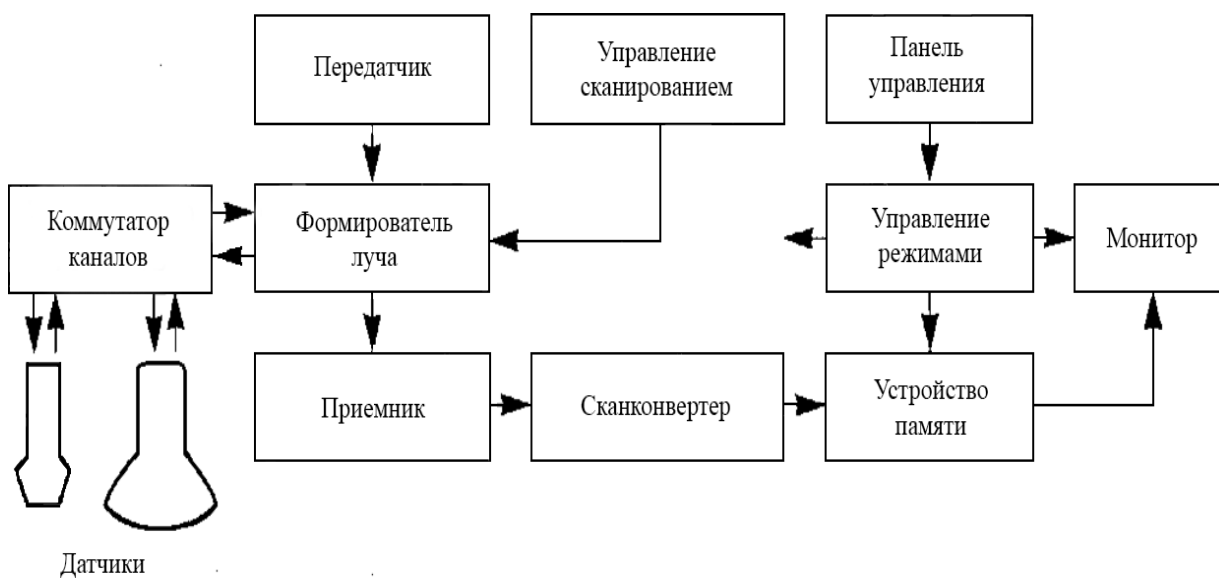


Рисунок 5 – Структурная схема аппарата УЗИ

3.3 Блоки УЗИ аппарата

УЗИ аппарат включает в себя следующие основные блоки:

3.3.1 Формирователь луча

Датчик принимает эхо-сигналы, и преобразует их в электрические сигналы, далее преобразованные сигналы поступают вход формирователя луча. Основной задачей формирователя луча является обеспечение необходимой формы УЗ луча на передачу и прием. Формирователь луча – это многоканальное устройство, соединенное с датчиком многожильным кабелем в соответствии с общим числом элементов пьезопреобразователя. В зависимости от сложности прибора количество элементов в пьезопреобразователе может меняться в интервале от 80 до 512 и выше, следовательно, число соединительных проводов будет таким же.

На входе формирователя луча стоит коммутатор. Коммутатор выбирает из большого числа проводов меньшее количество, равное числу каналов приемника и передатчика. В каналах формирователя луча осуществляется фокусировка на прием путем выставления определенных значений задержек сигналов в каждом из каналов.

3.3.2 Коммутатор

Коммутатор на входе формирователя играет роль сканирующего устройства, которое обеспечивает перемещение УЗ луча в датчиках конвексного и линейного типа. Сканирование осуществляется по сигналам устройства управления сканированием (рисунок 5).

3.3.3 Передатчик

Передатчик является многоканальным устройством, генерирующим сигналы для дальнейшего излучения их внутрь исследуемого биообъекта. Передатчик по каждому из каналов передает на формирователь луча короткие электрические импульсы. Основные задачи, выполняемые передатчиком:

- 1) генерировать импульсы небольшой длительности (чем короче

импульс, тем лучше продольная разрешающая способность прибора);

- 2) создавать амплитуду импульсов нужного уровня (чем выше амплитуда, тем выше чувствительность);
- 3) совершать сдвиг по задержке между импульсами так, чтобы сформировать УЗ луч на передачу с требуемым фокусом;
- 4) изменять рабочую частоту импульсов (3,5; 5; 7,5; 10 МГц) в зависимости от выбранного типа датчика.

3.3.4 Приемник

Приемник, получающий от формирователя луча эхо-сигналы по многим каналам одновременно, должен усиливать эти сигналы, преобразовывать их, суммировать полученные сигналы всех каналов и подавать суммарный сигнал на сканконвертер.

Эхо-сигналы усиливаются в приемнике в 1000-100000 раз по амплитуде (60-100 дБ). В приемнике, в зависимости от глубины, осуществляется регулировка усиления: чем больше глубина, тем больше усиление. Если не предпринимать никаких мер, то на малых глубинах яркость изображения будет очень большой, в средней зоне она будет уменьшаться, а на больших глубинах будет совсем низкой. Все это существенно ухудшает качество изображения.[4]

Правильная регулировка компенсирует затухание сигнала в зависимости от глубины так, чтобы максимальные уровни амплитуд эхо-сигналов были примерно одинаковы во всей области глубин. В этом случае обеспечивается равномерность яркости изображения и высокая диагностическая информативность на всех глубинах.

3.3.5 Сканконвертер

Сканконвертер – это цифровое устройство, служащее для преобразования полученной, в процессе сканирования, информации с выхода приемника, в форму, подходящую для отображения на экране

прибора. В процессе сканирования прием сигналов идет в области УЗ луча (вдоль акустических строк). При этом измеряются полярные координаты каждого сигнала – глубина R и угол φ , а также амплитуда сигнала S (рисунок 6).

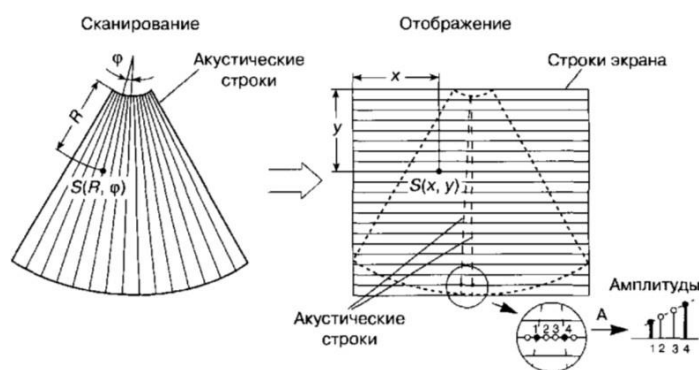


Рисунок 6 – Преобразование информации из полярной системы в прямоугольную систему координат в сканковертере

А – понятие об интерполяции: расчет амплитуд в точках 2 и 3 по значениям амплитуд в точках 1 и 4

Отображение информации на экране прибора осуществляется в прямоугольной системе координат. Поэтому координаты каждого полезного сигнала пересчитываются из координат (R, φ) в координаты (x, y) . Это и делает сканконвертер, сохраняя для отображения амплитуду сигнала (в цифровом виде).

Кроме того, сканконвертер заполняет пустые элементы изображения, то есть те элементы, в которых информация об амплитуде отсутствует. Это происходит тогда, когда оси лучей расходятся довольно далеко друг от друга на средних и больших глубинах (конвексное сканирование). На рисунке 6 в кружке «А» показаны пустые элементы изображения 2 и 3, находящиеся между элементами 1 и 4, расположенными на осях лучей и по этой причине имеющими измерения амплитуд сигналов. Для того что бы изображение получалось слитным, элементам 2 и 3 приписываются

амплитуды, вычисленные на основе известных амплитуд в точках 1 и 4 с помощью линейной интерполяции.

3.3.6 Устройство памяти

Информация, подготовленная для отображения, с выхода сканконвертера поступает в цифровое устройство памяти (рисунок 7). Она записывается в том темпе, с которым происходит сканирование. С выхода устройства памяти информация считывается в том темпе (отличном от темпа сканирования), необходимом для получения изображения в телевизионном стандарте. С каждым новым циклом сканирования происходит запись нового кадра за счет вытеснения информации, полученного ранее кадра.[4]

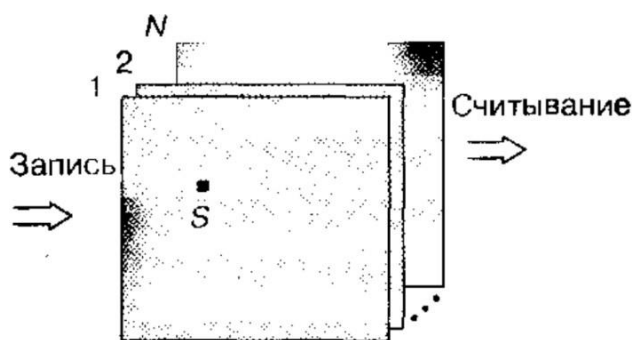


Рисунок 7 – Устройство цифровой многостраничной памяти

Память строится по многостраничному принципу. В каждой странице хранится информация, соответствующая одному кадру (информация получена в результате одного цикла сканирования).

3.3.7 Монитор

Для отображения акустического изображения в УЗ сканерах обычно используется телевизионный монитор черно-белого изображения.

В соответствии с принципом формирования телевизионного изображения электронный луч последовательно пробегает по

горизонтальным строкам на экране, меняя яркость свечения отдельных элементов экрана пропорционально амплитудам эхо-сигналов, которые зафиксированы в устройстве памяти.

3.3.8 Управление режимами и панель управления

Оперативное управление работой всех элементов и узлов электронного блока осуществляется с помощью основного процессора в соответствии с программой, разработанной индивидуально для каждого прибора [1].

3.4 Общие сведения о щитовидной железе

Щитовидная железа – это эндокринный орган, который вырабатывает и накапливает йодсодержащие гормоны (тироксин и трийодтиронин). Эти гормоны необходимы для регуляции обмена энергии и веществ в организме. ЩЖ так же регулирует функции сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной, кроветворной, половой систем. Строение щитовидной железы показано на рисунках 8-10 [5].

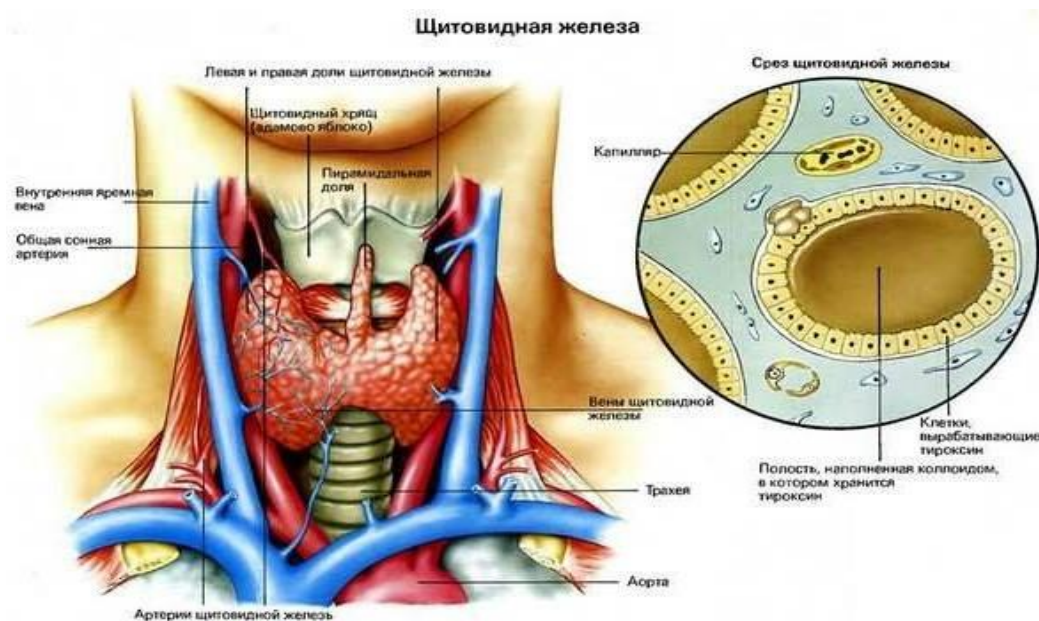


Рисунок 8 - Строение щитовидной железы

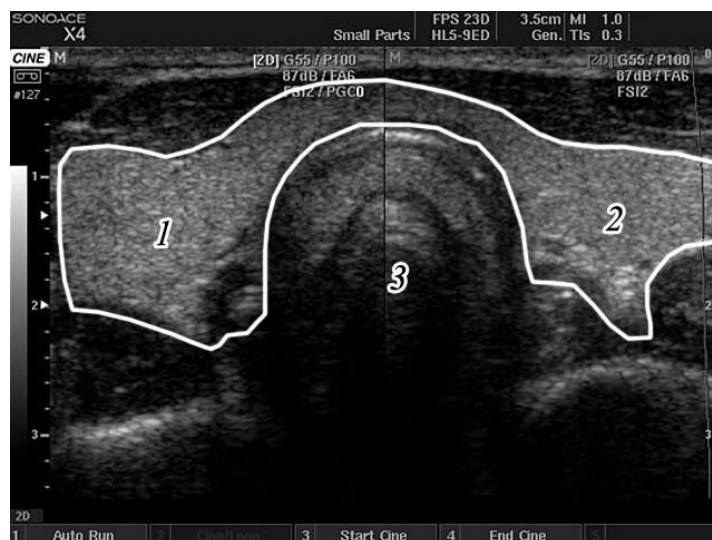


Рисунок 9 – Акустическое сечение (ультрасонограмма) нормальной щитовидной железы

1 – правая доля, 2 – левая доля, 3 – трахея

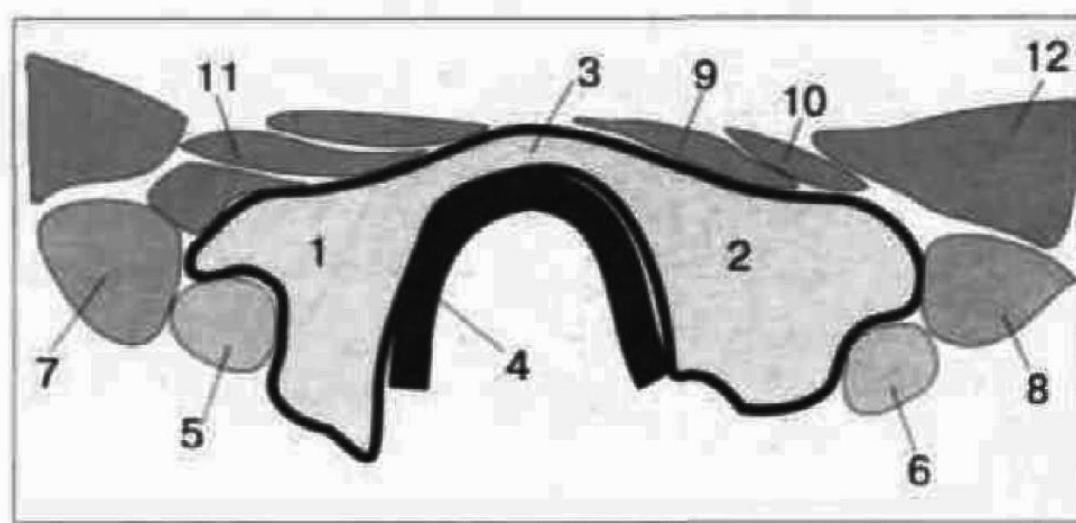


Рисунок 10 – Анатомия щитовидной железы на основе ультрасонограммы

1 – правая доля, 2 – левая доля, 3 – перешеек, 4 – трахея; 5, 6 – правая и левая общие сонные артерии; 7, 8 – правая и левая внутренние яремные вены; 9 – грудино-щитовидная мышца, 10 – грудино-подъязычная мышца, 11 – лопаточно-подъязычная мышца, 12 – грудино-ключично-сосцевидная мышца

Щитовидная железа расположена в передней части шеи и по боковым сторонам трахеи. Ее вес составляет от 30 до 60 граммов. В определенные этапы жизни может расти – например у женщин, во время менструального цикла или беременности.

Стандартные размеры щитовидной железы приведены в таблице 2:
Таблица 2 - Стандартные размеры ЩЖ

Длина (см)	4.0-7.0
Ширина (см)	1.0-3.0
Толщина (см)	1.0-2.0

Объем обеих долей не превышает 18-20 мл (для женщин) и 25 мл (для мужчин).

Щитовидная железа состоит из двух долей, расположенных по бокам. Доли по центру соединены узкой перемычкой - перешейком. У некоторых людей наблюдается третья часть – пирамидальная доля.

Перешеек щитовидной железы сочетает в себе обе боковые части этого органа. Он расположен на уровне 2-3 кольца трахеи. Пирамидальная доля (которая есть не у всех людей) проходит вверх от перешейка и может превышать уровень расположения боковых долей. Чаще она располагается немного левее. Пирамидальная доля – это остаток нижней части щитовидно-языкового тракта.

Основной функцией ЩЖ является поддержание нормального обмена веществ в клетках организма. Гормоны ЩЖ регулирует большое количество процессов в организме таких как - дыхание, движение, прием пищи, сон, а также процессы во внутренних органах - от сердцебиения до работы репродуктивной системы.

Для нормального умственного и физического развития необходимы тиреоидные гормоны, они отвечают за нормальное развитие костей скелета. Недостаток гормонов ЩЖ у детей приводит к замедлению, а то и

прекращению роста, а недостаток этих гормонов во время беременности - к недоразвитию мозга будущего ребенка.

У здоровых людей ЩЖ принимает участие в контроле за весом тела. Активность ЩЖ увеличивается при повышенном потреблении пищи, следовательно, образование ТЗ (трийодтиронин) усиливается, что приводит к повышению скорости метаболизма в организме. Наоборот, при недоедании активность ЩЖ снижается, приводя к замедлению метаболизма.

Гормоны ЩЖ участвуют в регуляции водно-солевого баланса, в образовании некоторых витаминов (например, образовании витамина А в печени), а также в осуществлении функции других гормонов в организме.

ЩЖ принимает не малое участие в нормальном развитии молочных желез у женщин, а также в функционировании иммунной системы организма. Ее гормоны стимулируют клетки (Т-клетками) иммунной системы, с помощью которых организм борется с инфекцией.

При ультразвуковом исследовании ЩЖ очень важно понятие эхогенности (рисунок 11). В данном случае эхогенность означает градацию серых оттенков по всей площади ЩЖ. Изоэхогенная зона означает, что ткани органа в норме, без патологий. Гиперэхогенные участки – это светлые зоны, в которых ткани не изменены диффузно. Воспалительные процессы, протекающие в тканях, представляют собой тёмно-серые оттенки, граничащие с черным тоном – в этом случае говорят о гипоехогенных зонах ЩЖ. Анэхогенные участки представляют собой зоны чёрного цвета, в которых наблюдаются кисты и новообразования злокачественного характера.



Рисунок 11 – Виды эхогенности при ультразвуковом исследовании ЩЖ

Примеры заболеваний ЩЖ:

Узловой зоб - это собирательное клиническое понятие. В состав узлового зоба входят все заболевания, которые сопровождаются наличием объемных образований в ЩЖ и которые имеют отличия в структуре от нормальной ткани этого органа.

Из этого следует что, к узловым зобам можно отнести [6]:

- 1) коллоидный и смешанный (диффузно-узловой) зоб,
- 2) злокачественные и доброкачественные опухолевые узлы (рак и фолликулярная аденома ЩЖ).

Три степени увеличения ЩЖ:

- 1) 0 ст. — нет зоба,
- 2) 1 ст. — размеры железы превышают размеры дистальной фаланги большого пальца пациента. Зоб не виден, но обнаруживается при пальпации,
- 3) 2 ст. — зоб выявляется при пальпации и виден глазом.

Виды:

Эндемический узловой зоб - в основе развития лежит дефицит йода.

Солитарный узел – единственное образование в щитовидной железе

(рисунок 12).

Многоузловой зоб – множественные образования в ЩЖ, не соединенные между собой.

Конгломератный узловой зоб - несколько узлов в щитовидной железе, соединенные между собой.

Истинная киста - полость, содержащая жидкость.

Диффузно-узловой зоб – узел (узлы) на фоне диффузного увеличения ЩЖ.

Опухоли ЩЖ - доброкачественные, злокачественные.

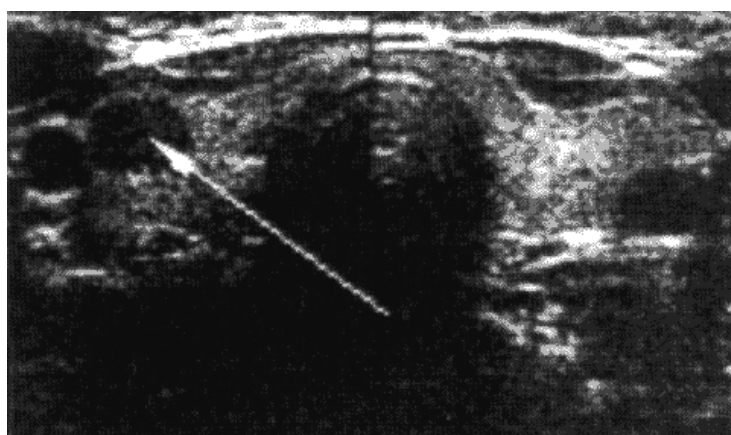


Рисунок 12 – Солитарный узел в правой доле щитовидной железы

Различные узловые образования в ЩЖ относятся к весьма распространенным тиреоидным заболеваниям. Около 10% населения земного шара имеют те или иные заболевания ЩЖ. Так как понятие узлового зоба является собирательным, механизм зарождения и развития этого заболевания обусловлен различными причинами в каждом конкретном случае в зависимости от формы узлового образования. Чаще всего пациенты с таким заболеванием не предъявляют никаких жалоб на самочувствие. Иногда появляется чувство дискомфорта и давления в области шеи.[7] На рисунке 13 представлены признаки узловых образований щитовидной железы


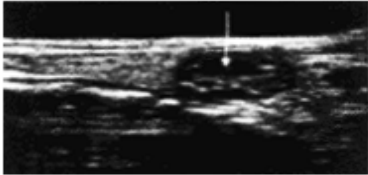
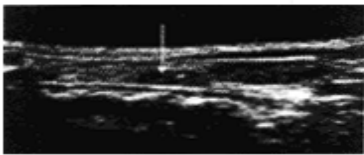
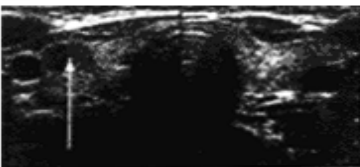
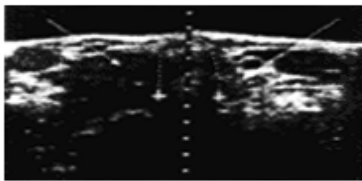
<p>Истинная киста</p> 	<p>Анэхогенное образование правильной формы с ровными и тонкими стенками и гомогенным содержимым, имеющее капсулу.</p>
<p>Узел с очаговыми кистозными изменениями</p> 	<p>Узел в доле щитовидной железы с наличием гипозоногенных зон. Имеет четкую капсулу.</p>
<p>Коллоидные узлы</p> 	<p>Узловые образования в щитовидной железе с различной эхогенностью и структурой, имеющие четкую капсулу.</p>
<p>Аденомы</p> 	<p>Узловые образования округлой формы с четкими контурами, инкапсулированные, пониженной эхогенности (чаще всего).</p>
<p>Аденокарциномы</p> 	<p>Образования в щитовидной железе с нечеткими контурами, солидной структуры, пониженной эхогенности, иногда выявляется наличие микрокальцинатов в образовании и/или отсутствие/нечеткость капсулы</p>

Рисунок 13 - Ультразвуковые признаки узловых образований щитовидной железы

4 Описание лабораторной установки

Лабораторная работа посвящена изучению цифрового портативного УЗИ сканера AcuVista RS880f (рисунок 14).



Рисунок 14 - Внешний вид цифрового УЗИ сканера AcuVista

AcuVista RS880F – это портативная система ультразвуковой диагностики с использованием конвексных и линейных сканирующих датчиков высокого разрешения, с компьютерным управлением и цифровым преобразованием развертки (DSC), в которой используются такие технологии как цифровое формирование луча (DBF), динамическое частотное сканирование (DFS), регулировка усиления (8-TGC) и корреляция кадров, с поддержкой разных типов конвексных и линейных датчиков с широким диапазоном частот.[8]

Система поддерживает режимы отображения:

- 1) В (режим яркости, brightness),
- 2) М (режим движения, motion),
- 3) В+В,
- 4) В+М,
- 5) режим серой шкалы (256 уровней).

Также поддерживаются функции:

- режим реального времени,
- стоп-кадр,
- сохранение,
- хранение,
- увеличение,
- разворот вверх/вниз,
- разворот влево/вправо.

Присутствуют функции:

- кинопетли,
- изменения глубины и угла сканирования,
- динамического диапазона,
- акустической силы,
- изменения межфокусного расстояния и т.д.[8]

PAL-D видеовыход позволяет соединять устройство с внешними принтерами и дисплеями других устройств. USB-соединение 2.0 обеспечивает возможность переноса изображения в реальном времени на ПК.

Компоненты конфигурации:

- 1) основной модуль;
- 2) 60R/3.5 МГц конвексный датчик;
- 3) ПК кабель;
- 4) высокоскоростной USB-кабель;
- 5) 2 плавких предохранителя F2AL250V;
- 6) руководство пользователя;
- 7) упаковочный лист.

Максимальная глубина сканирования 3.5 МГц конвексного датчика 90 250 мм. Слепая зона датчика 5 мм.

Правила пользования датчиком:

1. Не ронять;
2. Не присоединять и не отсоединять датчик от аппарата, когда он включен, во избежание его поломки;
3. Не допускать попадания воды на область акустического окна;
4. Использовать только со специальным медицинским контактным гелем для ультразвуковых диагностических исследований;
5. Гель наносить только на головку датчика;
6. Не прижимать датчик к пациенту слишком сильно или долго во избежание неприятных ощущений;
7. Очищать датчик после каждого использования мягкой сухой тканью, после этого можно протереть его губкой, смоченной в 75% растворе медицинского спирта, если таковой имеется в лаборатории;
8. Не перегибать и не тянуть кабель датчика.

На рисунках ниже представлены дисплей (рисунок 15) и клавиатура сканера (рисунок 16) AcuVista RS880F.

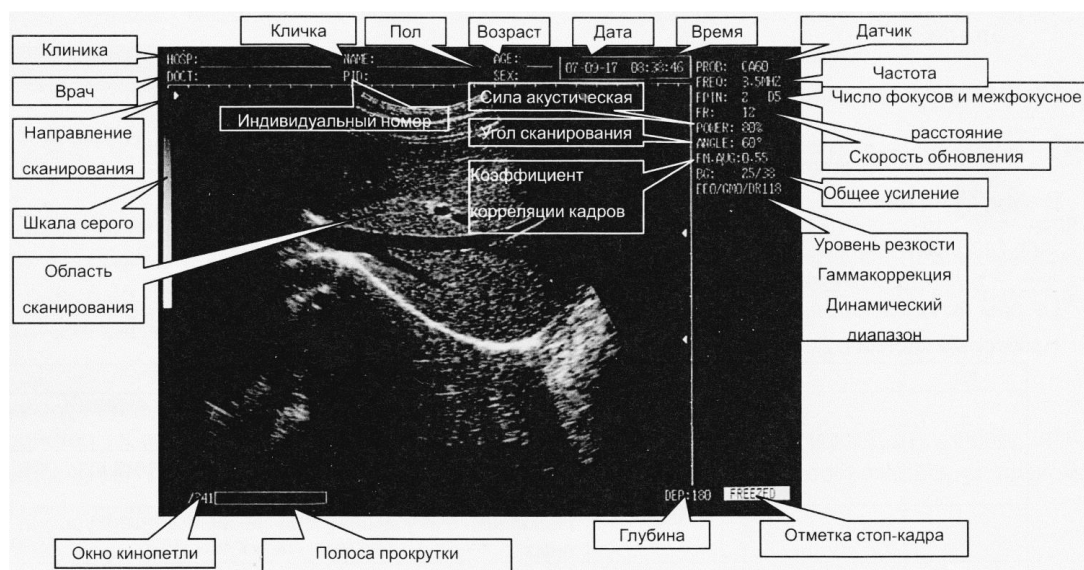


Рисунок 15 – Дисплей прибора

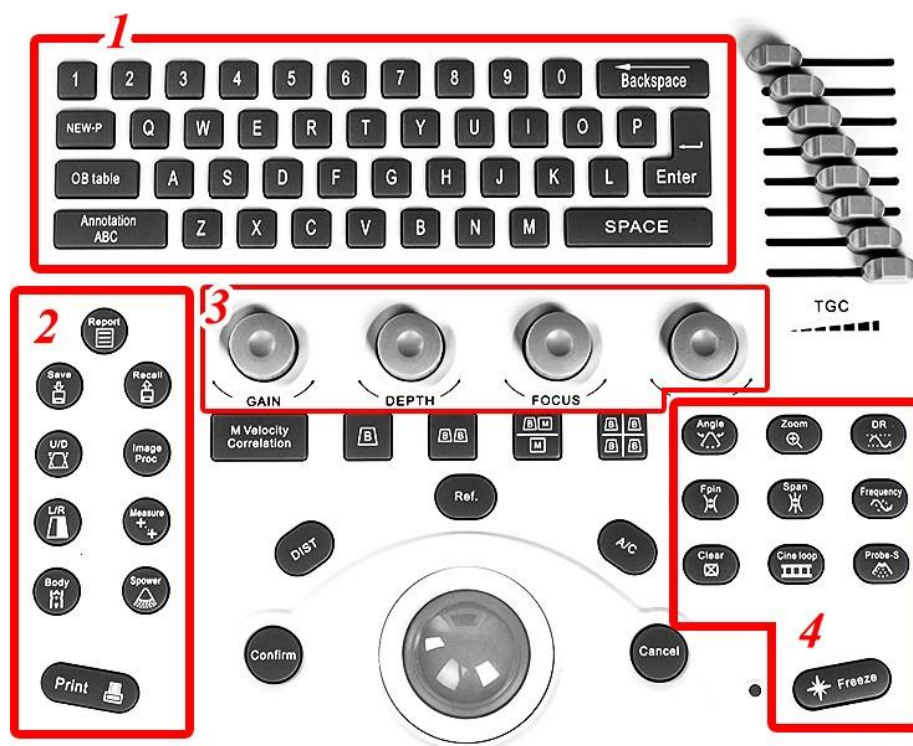


Рисунок 16 - Клавиатура аппарата

Названия и назначения кнопок приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Названия и назначения клавиш на клавиатуре

Кнопка	Название	Назначение
1-ая группа		
Annotation ABC	Кнопка ввода аннотации	Нажатие этой кнопки вызывает меню ввода аннотации, в который можно ввести имя, ID, возраст, пол, примечания к изображению, текущие время и дату
0-9	Цифры	Используются при установке даты и

		времени, возраста, выбора пунктов меню
A-Z	Кнопки алфавита	Нажатие кнопок в режиме аннотации позволяет вводить символы в позиции курсора
Space	Кнопка пробела	При введении аннотации нажатием этой кнопки вставляется пробел
Backspace	Кнопка удаления	В аннотации нажмите эту кнопку для удаления набранных символов.
Enter	Кнопка подтверждения ввода	
2-ая группа		
Save	Кнопка сохранения изображения	В режиме реального времени или «стоп- кадра» нажатие этой кнопки позволяет сохранить текущее изображение.
Recall	Кнопка вызова изображения	Нажатие выводит на экран сохраненные изображения.
U/D	Кнопка переворота изображения	Нажатие позволяет вращать изображение

	вверх/вниз	вверх или вниз.
L/R	Кнопка поворота изображения направо/налево	Нажатие позволяет поворачивать изображение слева направо и наоборот
Body	Кнопка выбора исследуемого органа	Нажатие выводит в левом нижнем углу дисплея пиктограмму исследуемого органа
3-я группа		
Gain	Ручка регулировки усиления	Вращением регулируется усиление на глубине.
Depth	Ручка регулировки глубины сканирования	Вращением настраивается глубина сканирования (на дисплее отображается в левом правом углу рядом с отметкой DEP). Рекомендуемое значение при использовании конвексного датчика – в диапазоне 70 - 240.
Focus	Ручка регулировки фокуса	Вращением настраивается позиция фокуса.
4-ая группа		
Zoom	Кнопка увеличения	В режиме реального

		<p>времени или «стоп-кадра» нажмите для появления или закрытия выделенного и увеличенного окна.</p> <p>Перемещайте «увеличенное окно» и «выделенное окно» при помощи трекбола.</p>
Frequency	Кнопка переключения частоты датчика	<p>Нажимайте для переключения рабочих частот датчика.</p> <p>Подробнее о необходимых манипуляциях далее в разделе «Порядок проведения лабораторной работы».</p>
Clear	Кнопка очистки	<p>Нажимайте для удаления отметок при измерении, введенных данных, результатов измерения на изображении</p>
Freeze	Кнопка «стоп- кадра»	<p>Нажимайте для переключения между режимами реального времени и стоп-кадром</p>

В таблице 4 приведены названия и назначения кнопок вокруг трекбола.

Таблица 4 - Названия и назначения кнопок вокруг трекбола

Кнопка	Название	Назначение
Confirm	Кнопка подтверждения	Нажмите для подтверждения введенных аннотаций или выбора пункта меню при использовании трекбола
DIST	Кнопки измерений и вызова курсоров	Эти кнопки используются для проведения измерений расстояния, окружности, площади. См. пункт 11.
Ref.		
A/C		
Cancel	Кнопка отмены	После окончания измерения нажмите для завершения измерения


5 Порядок проведения лабораторной работы

1) Подключите аппарат к электросети. После этого на корпусе сканера переведите тумблер в положение I из положения 0. Откройте клавиатуру. На панели загорится индикатор, на экране появится загрузочное изображение.

2) Нажмите на клавиатуре кнопку 1 для входа в режим сканирования. Далее все действия будут осуществляться только с использованием кнопок клавиатуры и трекбола.

3) Нажатием кнопки Frequency установите частоту 3.5 МГц. Значение частоты отображается в правом верхнем углу экрана во второй строке (FREQ: 3.5MHz).

4) Вращением ручки Depth из группы 3 на клавиатуре установите значение глубины сканирования в пределах 70...240, например, 120. Значение глубины сканирования отображается в правом нижнем углу экрана (DEP: 120).

5) Нажатием кнопки Body выберите пиктограмму щитовидной железы (шея, подбородки и плечи): . Пиктограмма отображается в левом нижнем углу экрана.

6) Нажатием кнопки Annotation ABC вызовите меню аннотации, которое выглядит следующим образом (рисунок 17):

- | |
|-------------|
| 1. NAME |
| 2. PID |
| 3. AGE |
| 4. SEX |
| 5. COMMENT |
| 6. TIME |
| 7. HOSP |
| 8. DOCT |
| 9. LANGUAGE |
| A. ERASE |
| B. EXIT |

Рисунок 17 – Меню аннотации

– Нажмите кнопку 1 для выбора пункта «1. NAME» для ввода имени пациента. Можно ввести до 15 символов. В случае ошибки нажмите кнопку

Backspace. После ввода имени нажмите Enter для подтверждения.

– Нажмите кнопку Annotation ABC, затем кнопку 2 для выбора пункта «2. PID» для ввода идентификационного номера пациента. Можно ввести до 8 символов. После ввода ID нажмите Enter для выхода.

– Нажмите кнопку Annotation ABC, затем кнопку 3 для выбора пункта «3. AGE» для ввода возраста пациента. Можно ввести до 3 символов. После ввода нажмите Enter для выхода.

– Нажмите кнопку Annotation ABC, затем кнопку 4 для выбора пункта «4. SEX» для ввода пола пациента. Нажмите кнопку 1 для выбора «1. MALE» (мужской пол) или кнопку 2 для выбора «2. FEMALE» (женский пол).

– Нажмите кнопку Annotation ABC, затем кнопку 6 для выбора пункта «6. TIME» для задания времени и даты в системе. Таблица для введения выглядит следующим образом (рисунок 18):

YY-MM-DD
HH-MM-SS

Рисунок 18 – Таблица для введения времени и даты в системе

Например, если дата 20 апреля 2016 (20.04.16) г. и время 13:40:00, то введённые данные будут выглядеть следующим образом (рисунок 19):

YY-MM-DD
160420
HH-MM-SS
134000

Рисунок 19 –Пример ввода данных даты и времени

7) Подготовьте к исследованию пациента.

– Уложите пациента на ровную горизонтальную поверхность с запрокинутой назад головой. При необходимости положите под шею валик.

– Попросите приподнять подбородок для расправления шеи и дышать спокойно.

8) Подготовьте к исследованию датчик.

– Проверьте качество его присоединения к аппарату, не трогая разъем датчика руками.

– Проверьте ориентацию датчика. Поместите палец на один конец датчика и посмотрите, с какой стороны экрана получилось изображение. Палец на датчике должен давать изображение на соответствующей стороне экрана. При неправильной ориентации разверните датчик на 180 и проверьте снова.

– Для проведения диагностики нанесите достаточное количество контактного агента (медицинский гель для ультразвуковых исследований) на головку датчика.

– Плотно прижмите акустическую линзу датчика к исследуемому участку. На экране отобразится изображение тканей в сечении ультразвукового луча.

– Перемещайте датчик для поиска оптимального изображения на исследуемой глубине. При этом настраивайте яркость, контрастность и общее усиление для достижения оптимального изображения акустического сечения исследуемой области. Во избежание неприятных ощущений для пациента и повреждения датчика не давите с силой на датчик, касающийся исследуемого участка.

9) Нажатием Save сохраните изображения ультрасонограммы левой и правой долей щитовидной железы по отдельности. Во время сохранения в левом верхнем углу под данными пациента отобразится надпись «SAVING...», с порядковым номером сохраняемого изображения. Для обеих ультрасонограмм необходимо запомнить их порядковые номера. Проведите измерения ширины, длины и толщины щитовидной железы.

10) Вызовите сохранённое изображение одной из долей нажатием кнопки Recall. Введите номер изображения и нажмите Enter.

11) Проведите измерения ширины, длины, и площади одной из

долей щитовидной железы.

11.1) Для измерения расстояния (длины, затем ширины) выполните следующие шаги:

- Нажмите DIST, на экране появится первый курсор.
- Нажмите Reference, на экране появится второй курсор.
- Переместите курсор к начальной точке измерения при помощи трекбола, нажмите Reference, чтобы зафиксировать начальную точку измерения.
- Переместите другой курсор к конечной точке измерения.
- Нажмите Cancel для завершения измерения. Полученное значение расстояния D1 впишите в соответствующую графу в таблице 5.
- Повторяйте предыдущие шаги для второго значения расстояния D2. Впишите его в соответствующую графу в таблице 5.
- По окончании проведения измерений расстояния на экране должно быть изображение как на рисунке 21.
- Нажмите Clear, чтобы удалить все отметки с изображения.

11.2) Для измерения окружности и площади выполните следующие шаги:

- Нажмите A/C для отображения меню:

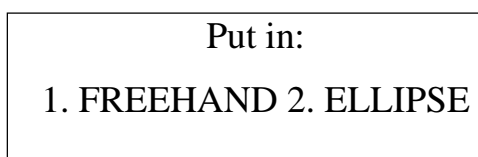


Рисунок 20 – Отображение меню

- Нажмите 1 для выбора метода свободной руки и вызовите измерительный курсор.
- При помощи трекбола переместите измерительный курсор к начальной точке измерения.

- Нажмите Reference.
- Переместите курсор по краю измеряемой площади к конечной точке измерения под контролем трекбола.
- Нажмите Reference повторно для измерения окружности и площади.
- Запишите значение C1 в графу «Длина окружности», а значение A1 в графу «Площадь» таблицы 5.
- По окончании проведения измерений расстояния на экране должно быть изображение как на рисунке 22.

12) Вращайте крайнюю правую ручку из группы 3 на клавиатуре (см. рисунок 19) для выбора изображения второй доли щитовидной железы.

13) Повторите все для второй доли.

14) Рассчитайте совместный объем долей по формуле (1):

$$V = [(D_1 \times D_2 \times D_3) + ((D_1 \times D_2 \times D_3))] \times 0,479; \quad (1)$$

где D1 – длина (мм);

D2 – ширина (мм),

D3 – толщина (мм),

0,479 – коэффициент поправки на эллипсоидность.

Расчет следует производить в сантиметрах. Полученные результаты внесите в таблицу 5.

15) Сфотографируйте или сохраните на ПК полученные изображения.

16) Оформите отчет.

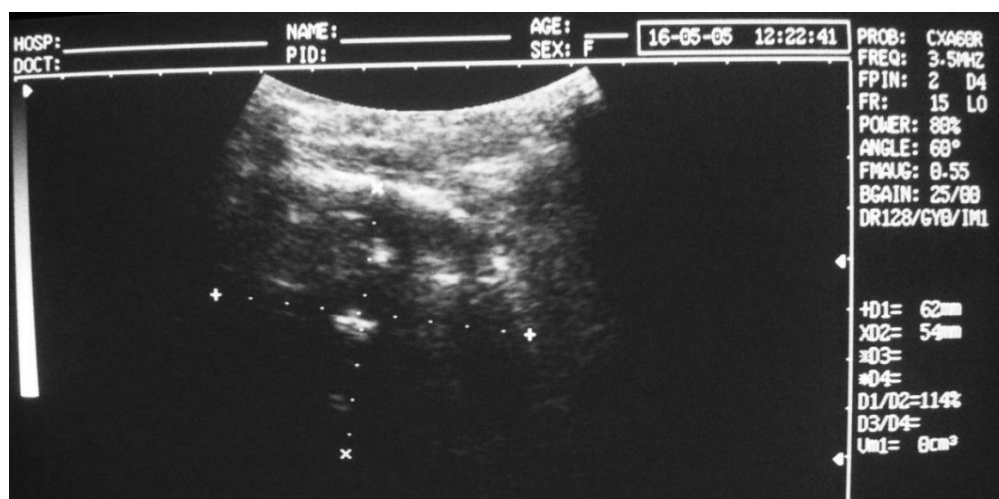


Рисунок 21 - Измерение длины и ширины доли

На рисунке 21 - D1 (курсоры-плюсы) – горизонтальный размер, длина доли; D2 (курсоры-крестики) – вертикальный размер, ширина доли.



Рисунок 22 - Измерение площади доли

На рисунке 22 – C1 – длина окружности; A1 – площадь доли.

Таблица 5 – Результаты измерений

Левая доля	Длина, мм	D1	48
	Ширина, мм	D2	45
	Длина окружности, мм	C1	151
	Площадь, мм²	A1	1036

	Объем, мл	V1	
Правая доля	Длина, мм	D1	
	Ширина, мм	D2	
	Длина окружности, мм	C1	
	Площадь, мм ²	A1	
	Объем, мл	V2	

При выполнении лабораторной работы необходимо помнить, что получение достоверного акустического сечения при исследовании щитовидной железы возможно только при использовании линейного датчика частотой 7,5 МГц. Изображение, которое получается при исследовании соответствующим датчиком, приведено на рисунке 9. В связи с этим, необходимо получить примерно похожее изображение и измерить размеры долей щитовидной железы.

6 Содержание отчета

- 1) Титульный лист;
- 2) Цель работы;
- 3) Краткое описание устройства;
- 4) Результаты лабораторной работы с полученными изображениями;
- 5) Выводы о проделанной работе.

Список использованных источников

- 1 Пальмер П.Е.С. Руководство по ультразвуковой диагностике / П.Е.С. Пальмер, пер. с англ. – М.: Медицина, 2006. – 335 с., ил.
- 2 Хофер, М. Ультразвуковая диагностика. Базовый курс / М. Хофер, Т. Райхс; пер. с англ. - М.: Мед.лит., 2006. – 104 с., ил.
- 3 Подколизина, В.А. Медицинская физика: конспект лекций. – М.: Эксмо, 2007. – 160 с.
- 4 Харченко, В.П. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы / В.П. Харченко, П.М. Котляров, Л.И. Сметанина – М.: Фирма СТРОМ, 1999. – 120 с.
- 5 Догра, В. Секреты ультразвуковой диагностики / В. Догра, Д. Дж. Рубенс; пер. с англ.; под общ. ред. проф. А.В. Зубарева. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 5-е изд. – 464 с.
- 6 Статья «Норма объема щитовидной железы у женщин». [Электронный ресурс]. UPD: <http://antirodinka.ru/norma-ob-ma-schitovidnoy-zhelezi-u-zhenshin/> (дата обращения 02.03.2020)
- 7 Статья «Классификация зоба ЩЖ».[Электронный ресурс], UPD: <http://vashigormony.ru/uzlovoj-zob-shhitovidnoj-zhelezy> / (дата обращения 02.03.2020)
- 8 Осипов, Л. В. Практическое руководство для пользователей «Ультразвуковые диагностические приборы» / Л.В. Осипов– Видар, 1999. – 464 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

КАФЕДРА 24

ОЦЕНКА РЕФЕРАТА

РУКОВОДИТЕЛЬ

_____	_____	_____
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

Отчет по лабораторной работе

«Аппарат УЗИ диагностики щитовидной железы»

по дисциплине: Биотехнические системы медицинского назначения

РЕФЕРАТ ВЫПОЛНИЛ(А)

СТУДЕНТ(КА) ГР.

№

_____	_____	_____
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2020

Цель работы: ознакомление и получение навыков работы с цифровым ультразвуковым диагностическим аппаратом AcuVista RS880F; диагностика щитовидной железы с помощью ультразвука с целью выявления возможных патологий, измерение некоторых размеров (длина, ширина, толщина, площадь, объём).

1 Описание лабораторной установки

В лабораторной работе используется цифровой сканер AcuVista RS880F, изображённый на рисунке 1, в совокупности с 3.5 МГц конвексным датчиком (максимальная глубина сканирования 90...250 мм) и медицинским контактным гелем для проведения ультразвукового исследования. В лабораторной работе используется цифровой сканер AcuVista RS880F, изображённый на рисунке 1, в совокупности с 3.5 МГц конвексным датчиком (максимальная глубина сканирования 90...250 мм) и медицинским контактным гелем для проведения ультразвукового исследования.



Рисунок 1 - Цифровой портативный УЗИ сканер

Сканер поддерживает функции: режим реального времени, стоп-кадр,

сохранение, хранение, увеличение, разворот вверх/вниз и влево/вправо, кинопетля, изменение глубины и угла сканирования, акустической силы и т.д.

Информация (ультразвуковое изображение) выводится на экран дисплея, изображённого на рисунке 2.

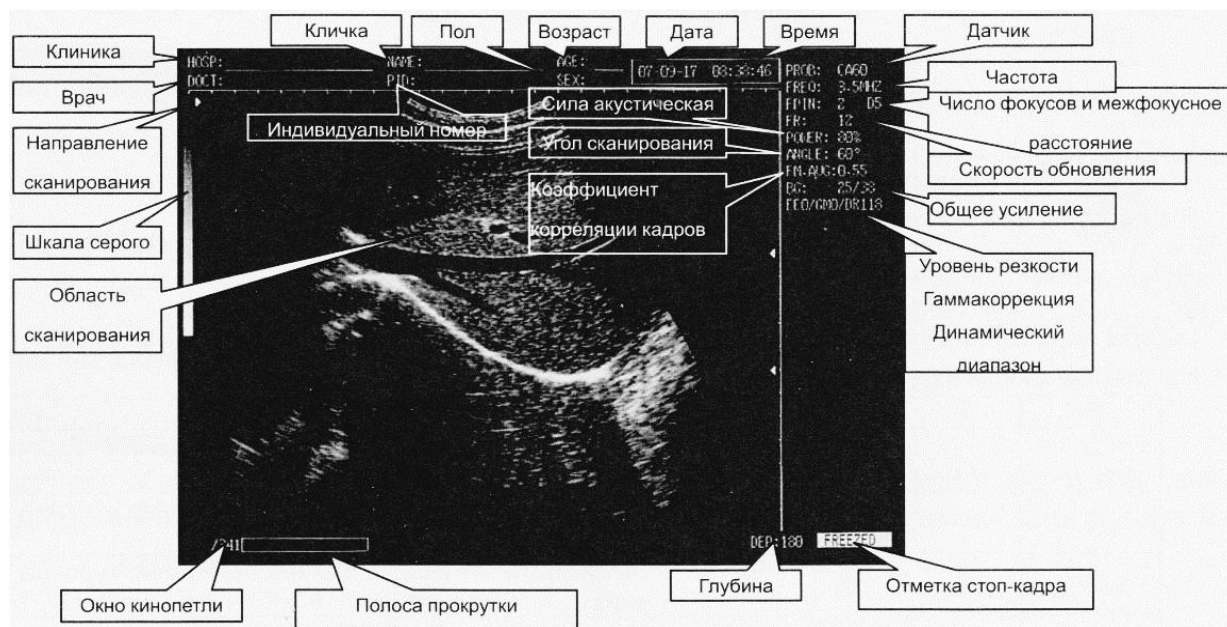


Рисунок 2 – Экран сканера

Конечным результатом выполнения лабораторной работы является измерение размеров долей щитовидной железы (таблица 1).

Таблица 1 - Размеры щитовидной железы

Левая доля	Длина, мм	D1	48
	Ширина, мм	D2	45
	Длина окружности, мм	C1	151
	Площадь, мм ²	A1	1036
	Объем, см ³	V1	
Правая доля	Длина, мм	D1	38
	Ширина, мм	D2	48
	Длина окружности, мм	C1	162
	Площадь, мм ²	A1	1399

	Объем, см ³	V2	
--	------------------------	----	--

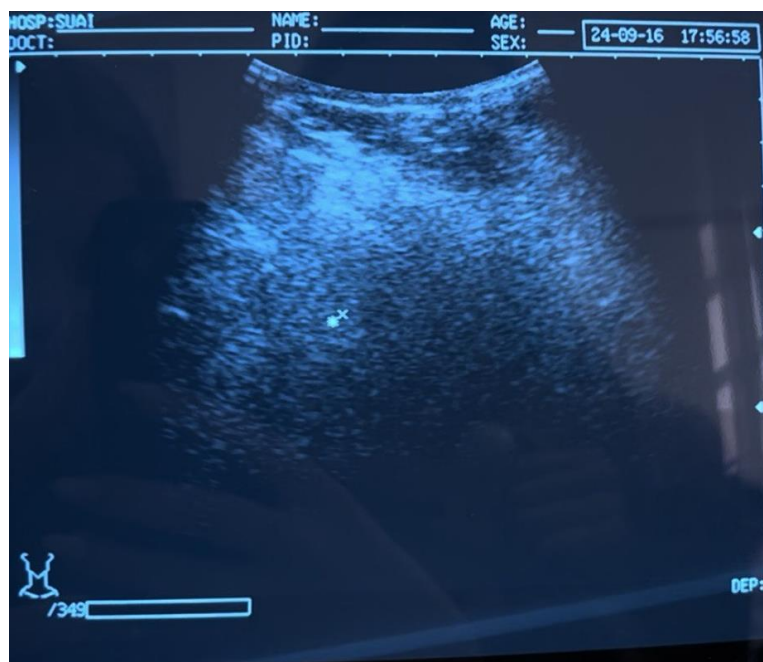


Рисунок 3 – Ультрасонограмма правой доли ЩЖ

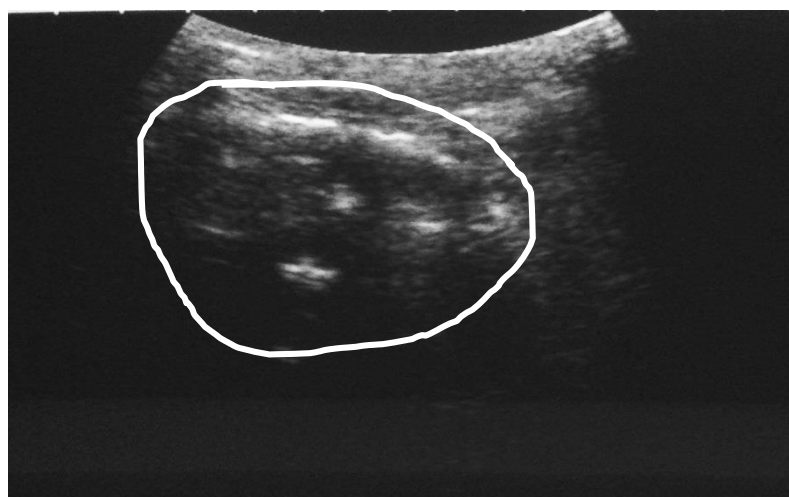


Рисунок 4 – Ультрасонограмма левой доли ЩЖ

Расчетная формула:

$$V = [(D_1 \times D_2 \times D_3) + ((D_1 \times D_2 \times D_3))] \times 0,479; \quad (1)$$

где D1 – длина (мм);

D2 – ширина (мм),

D_3 – толщина (мм),

0,479 – коэффициент поправки на эллипсоидность.

Выводы:

В лабораторной работе в состав конфигурации сканера входит только конвексный датчик 3.5 МГц. В связи с этим полученные данные и ультрасонограммы содержат неточности, поскольку для исследования ЩЖ необходимо использовать линейный датчик с частотой 7.5 МГц;

длины обеих долей лежат в пределах нормы (40-70 мм); ширина правой доли выходит за пределы стандартных значений (10-30 мм), однако незначительно. Правая доля незначительно меньше левой. Объем всей ЩЖ (25 мл) превышает норму (18-20 мл), кроме этого, ширина левой доли почти в два раза превышает норму, что является показанием к посещению врача-эндокринолога; правая доля изоэхогенна, это означает, что ткани органа в норме; левая доля содержит гипоэхогенные образования, напоминающие узлы диаметром до 10 мм.