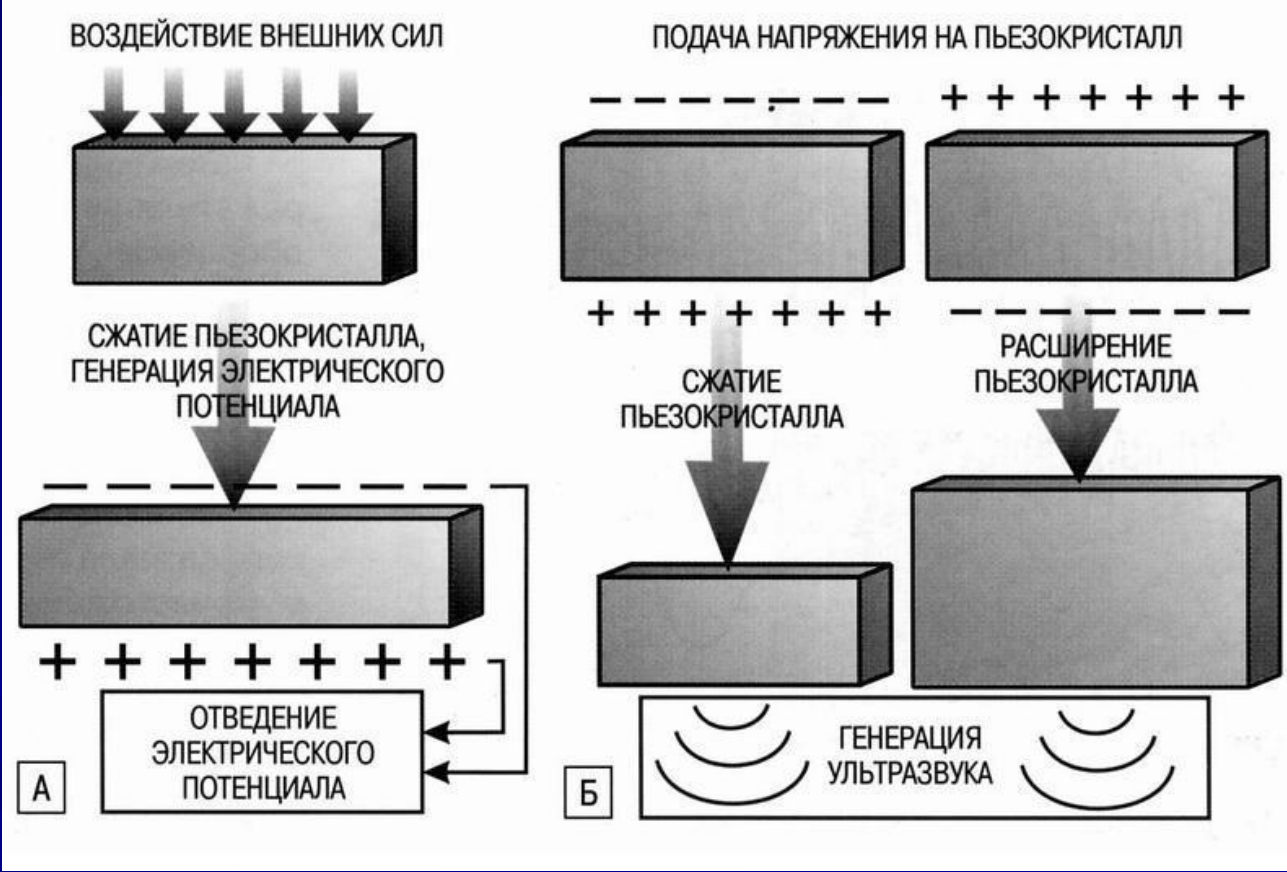


# Ультразвуковые методы исследования

# Физические основы ультразвуковой диагностики

## Схема прямого и обратного пьезоэффекта



Генерация ультразвуковой волны основана на принципе обратного пьезоэффекта

(Лелюк В.Г., Лелюк С.Э., 2003 г.)

# Физические основы ультразвуковой диагностики

Ультразвуковая волна – это звуковые колебания, превышающие 20КГц

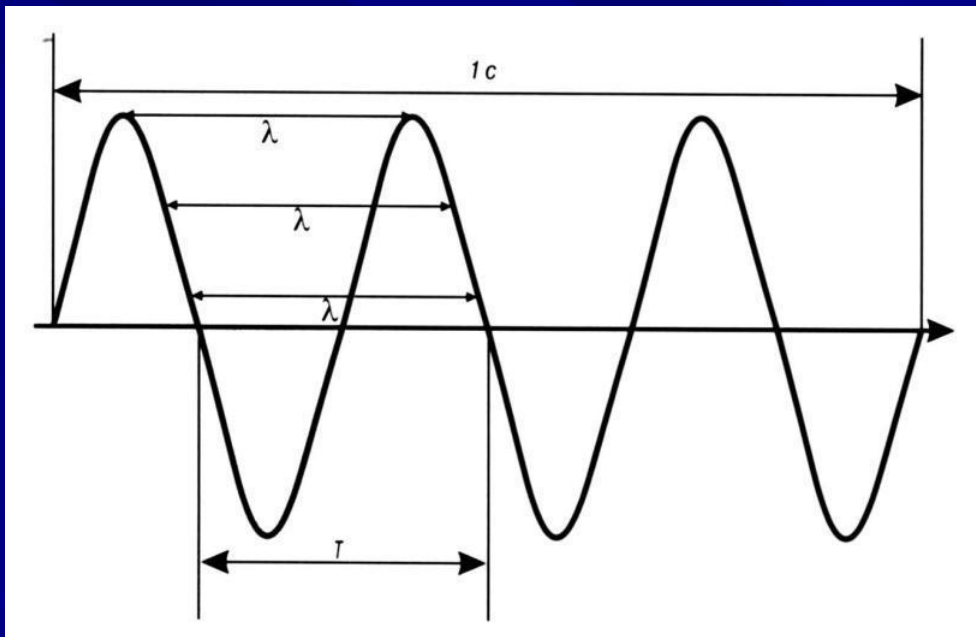


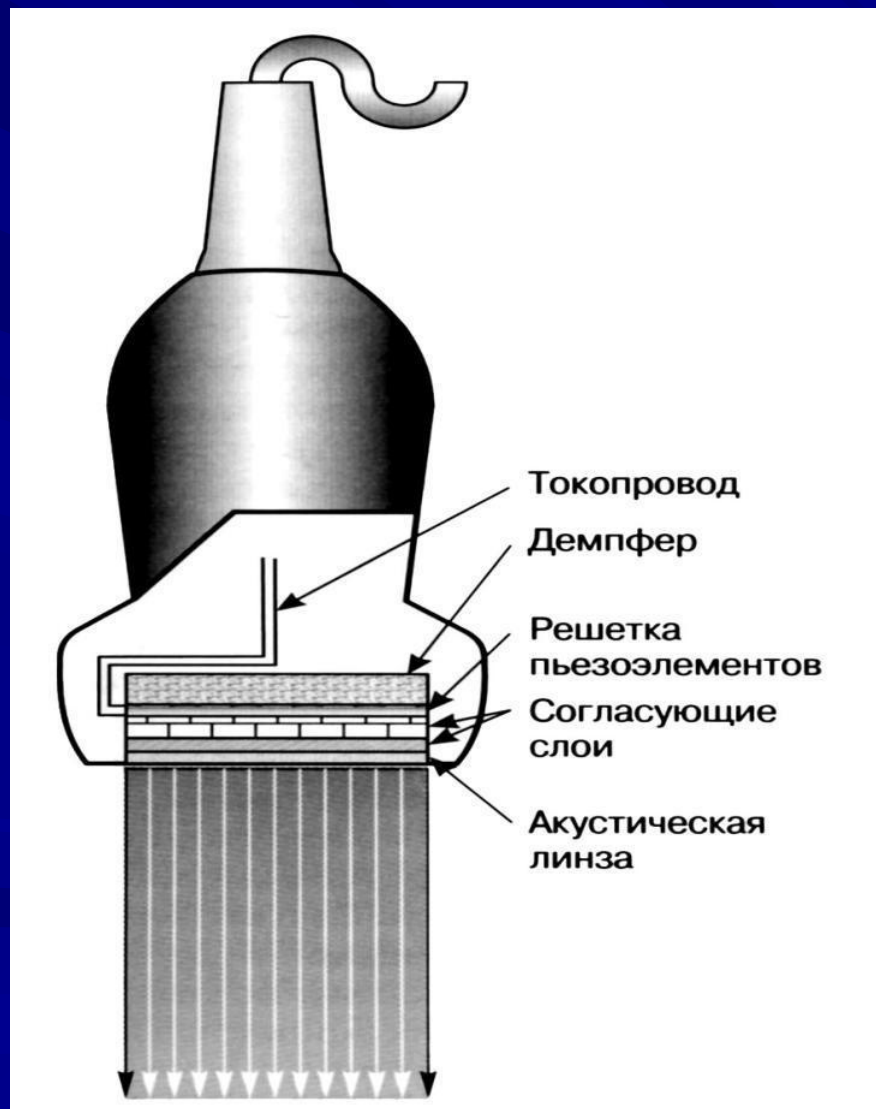
Схема ультразвуковой волны:

$\lambda$  – длина волны,

$T$  – период одного полного колебания

Звуковая волна по природе является волной сжатия/разряжения: молекулы сжимаются или растягиваются в направлении распространения волны.

# Схема ультразвукового датчика



# Физические основы ультразвуковой диагностики

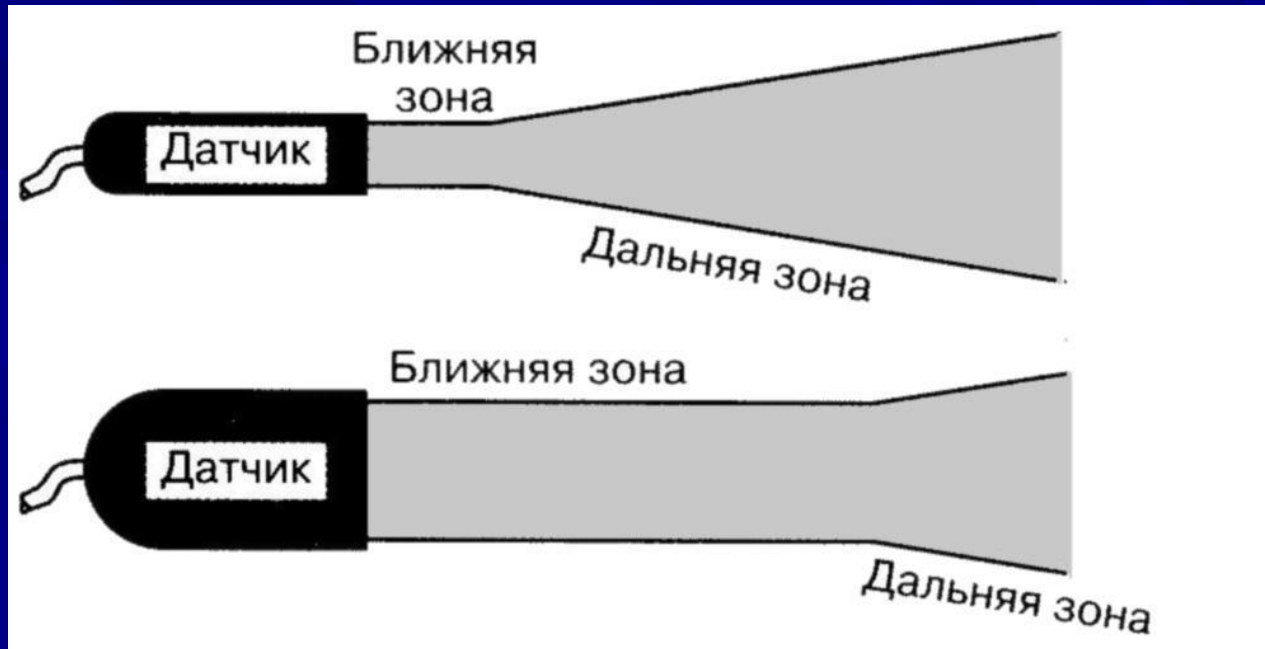
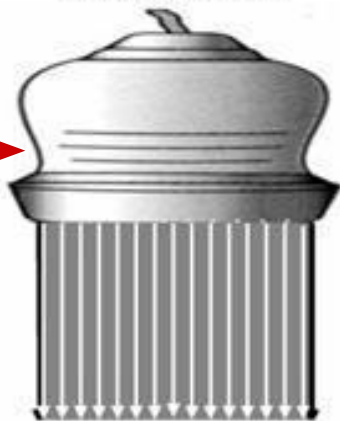


Схема влияния размера датчика на форму ультразвукового луча.  
Ближняя зона короче и расхождение значительно больше, когда датчик маленький.

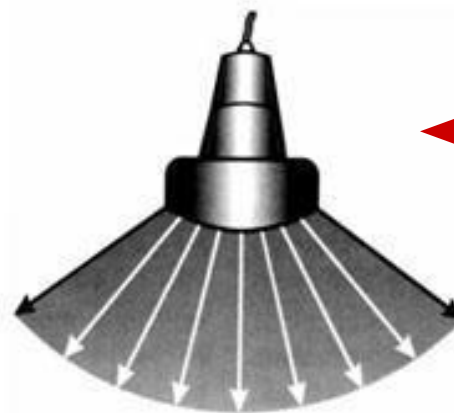
# Типы ультразвуковых датчиков

Поверхностно  
расположенные  
органы,  
кровеносные  
сосуды.

линейный

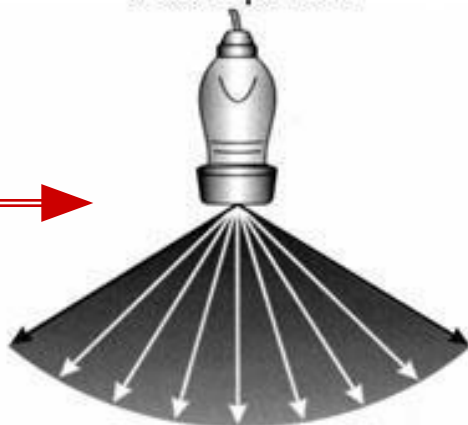


конвексный



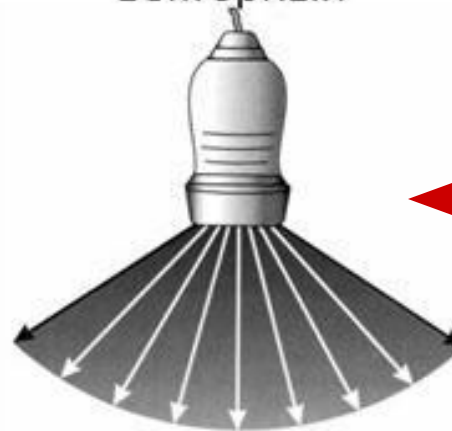
Органы  
брюшной  
области,  
малого таза,  
мягких  
тканей

секторный



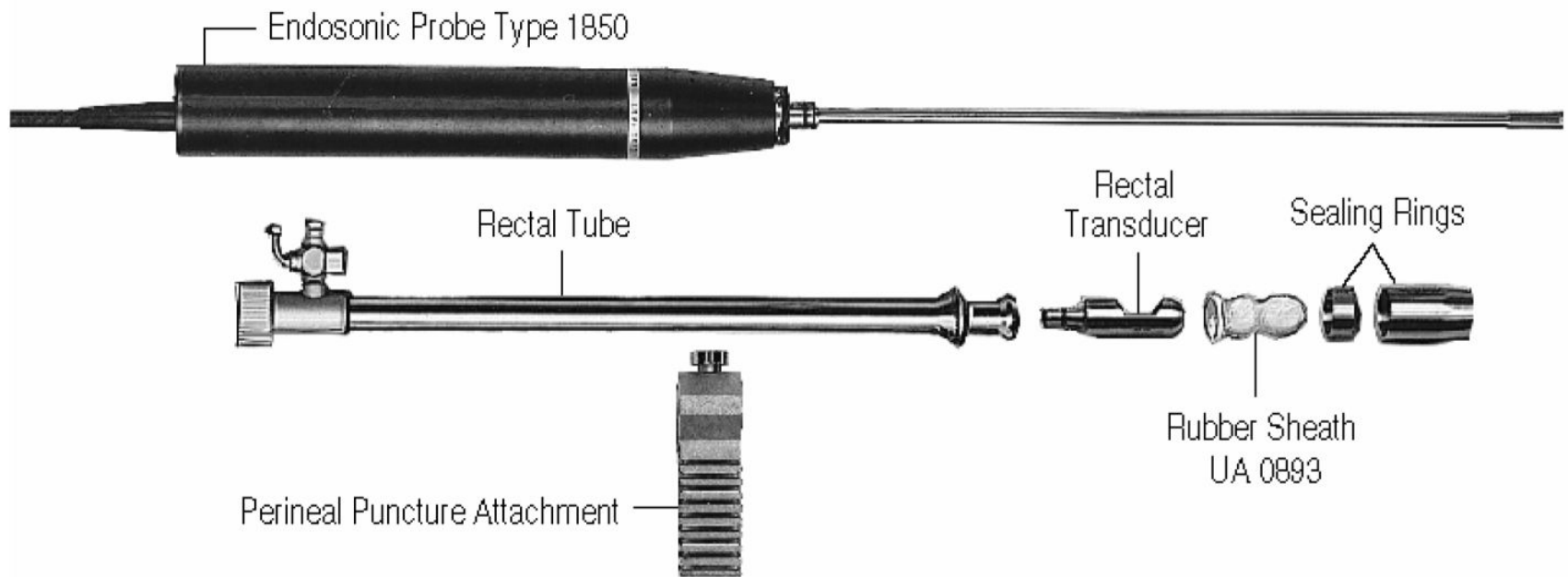
Сердце

векторный

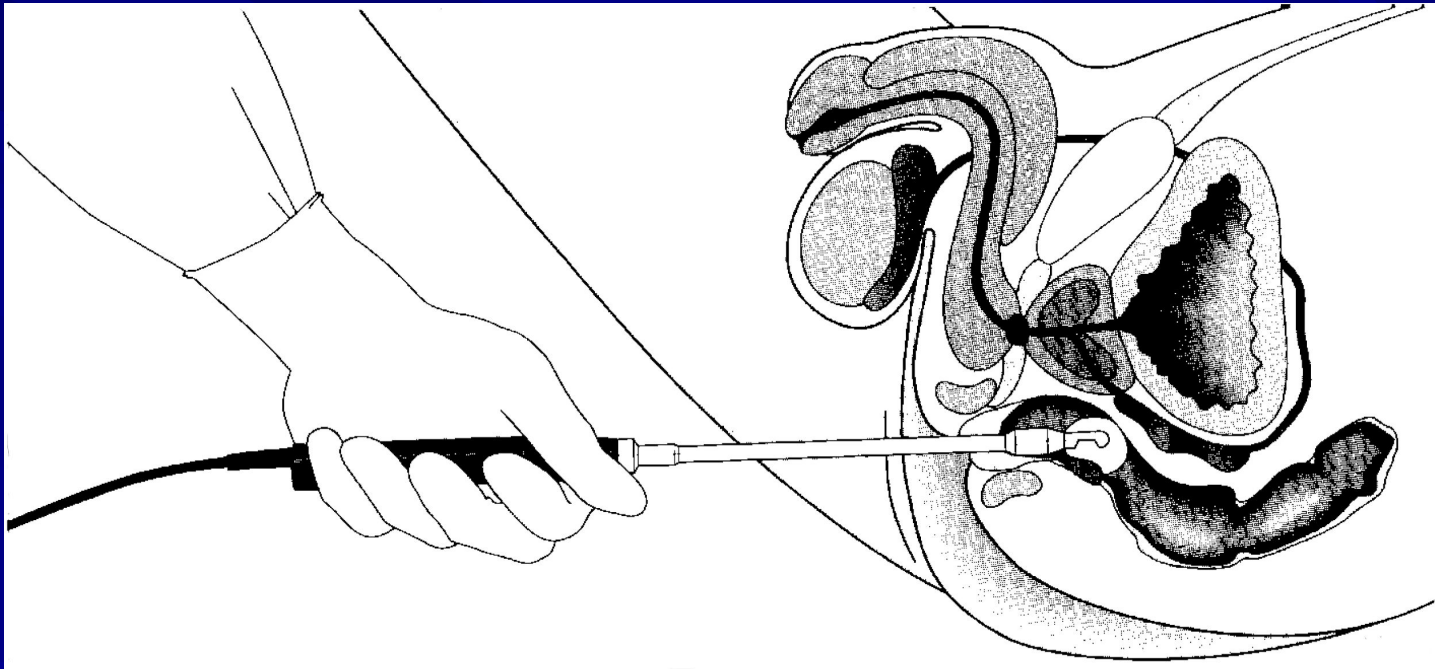


Как и  
секторный, но  
для  
расширения  
зоны обзора на  
разных  
глубинах

# Эндоакустический зонд



# Методика трансректального ультразвукового исследования (ТРУЗИ)



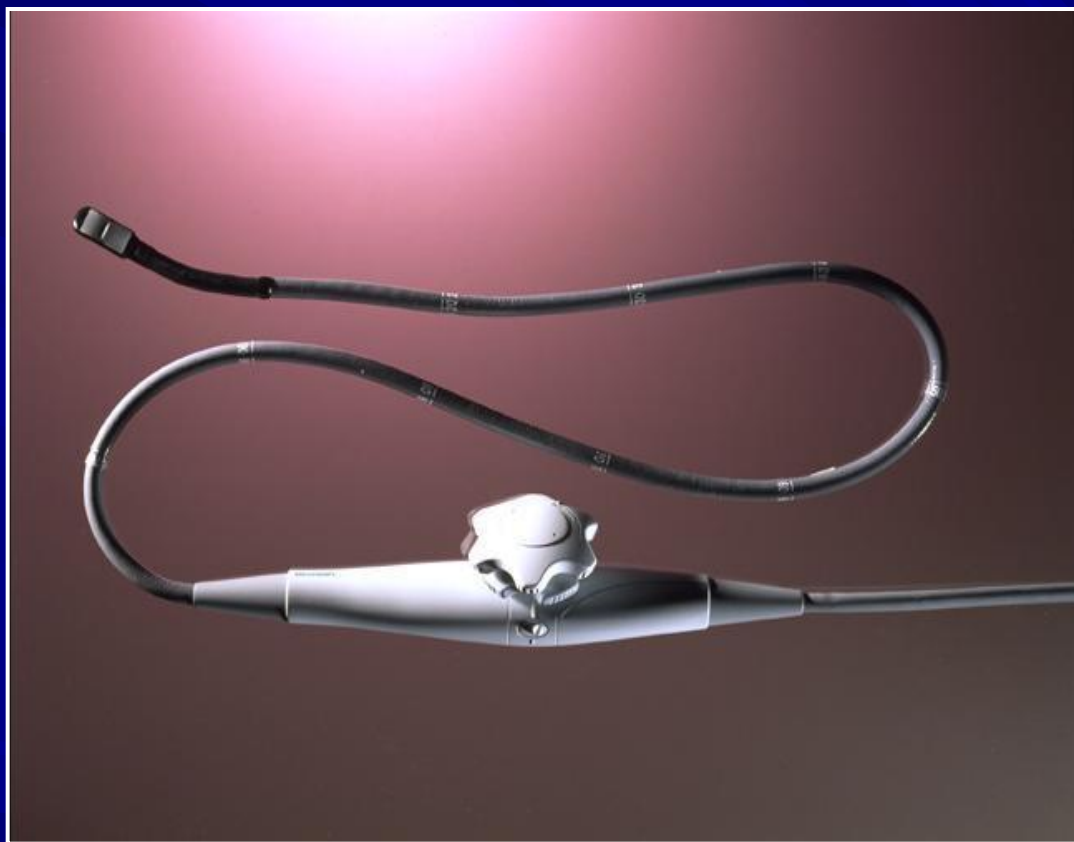
Данный доступ позволит визуализировать стенку прямой кишки,  
предстательную железу и мочевой пузырь.



# ТРУЗИ

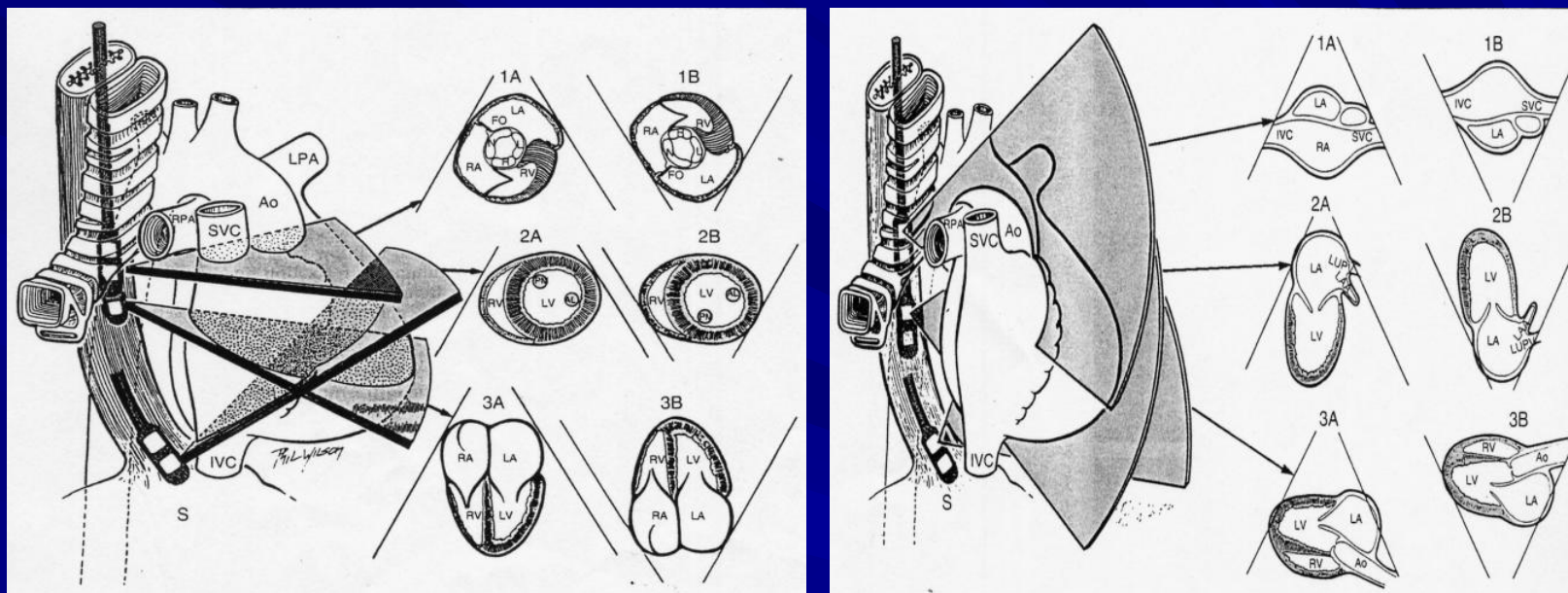


# Чреспищеводная эхокардиография (ТЭЕ)



Ультразвуковой датчик находится на конце эндоскопа и позволяет без помех визуализировать сердце и грудной отдел аорты.

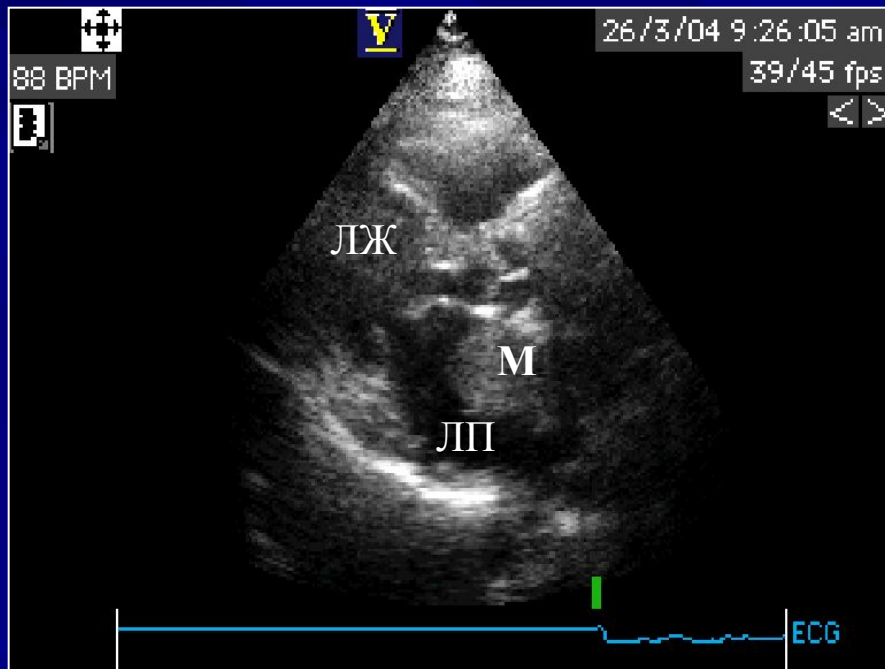
# Чреспищеводная эхокардиография



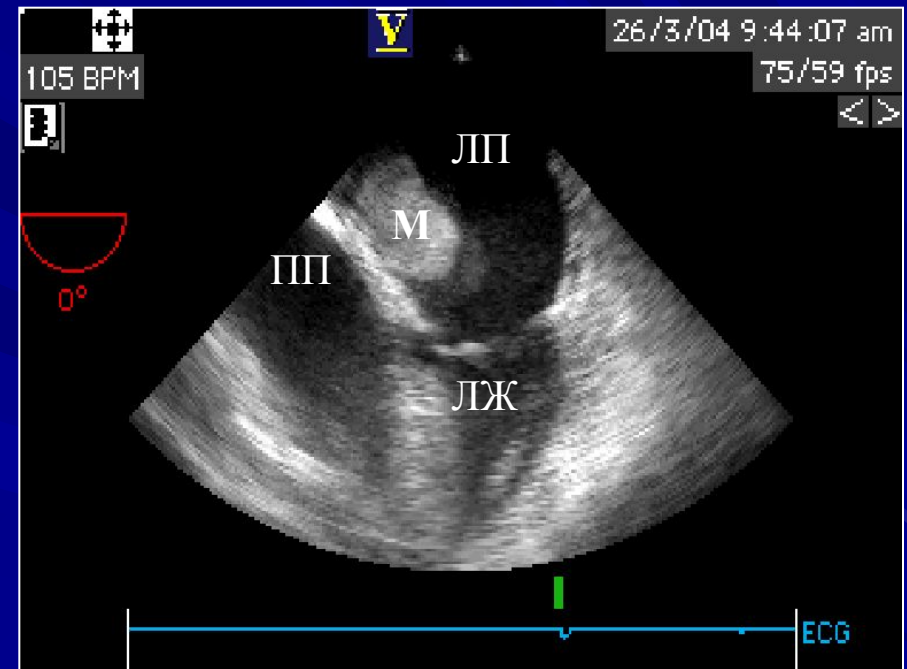
Из чреспищеводного доступа можно получить большое количество ультразвуковых томограмм сердца в различных плоскостях.

# Новообразование (миксома) левого предсердия

Трансторакальный доступ



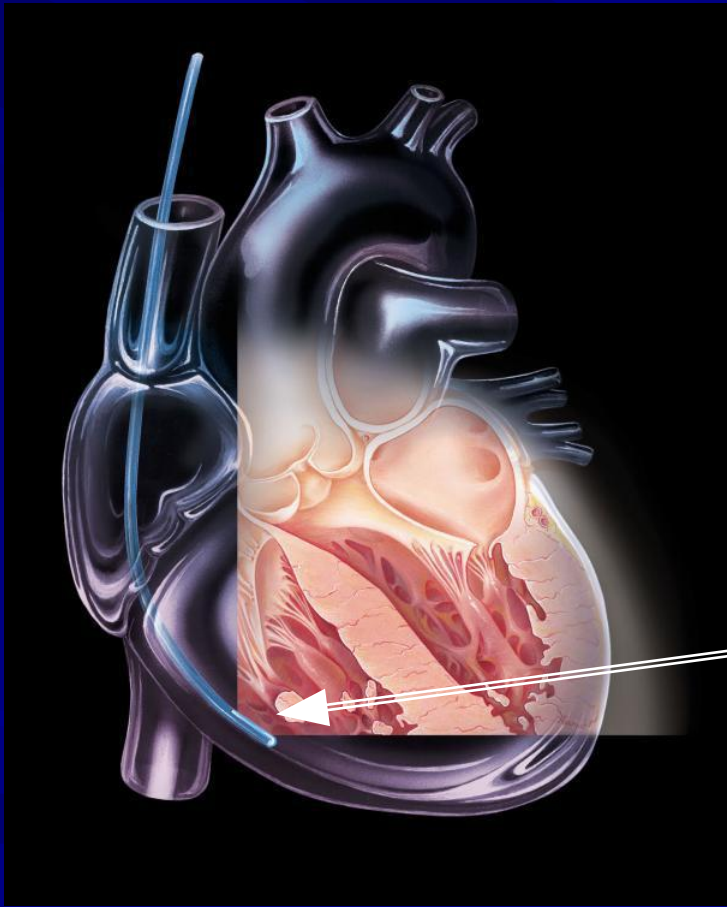
Чреспищеводный доступ



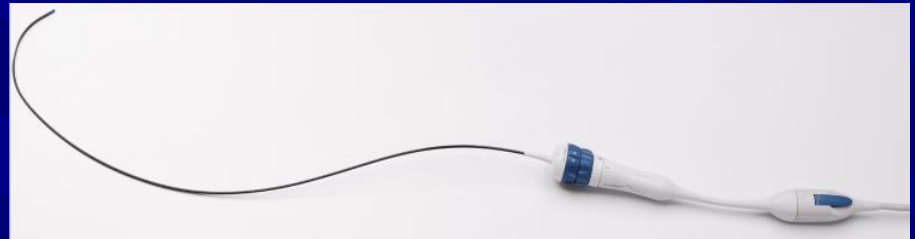
При чреспищеводном доступе более четко видны границы и структура опухоли, а также место прикрепления к межпредсердной перегородке

**М** – миксома; **ЛЖ** – левый желудочек; **ЛП** – левое предсердие; **ПП** – правое предсердие.

# Внутрисердечная эхокардиография

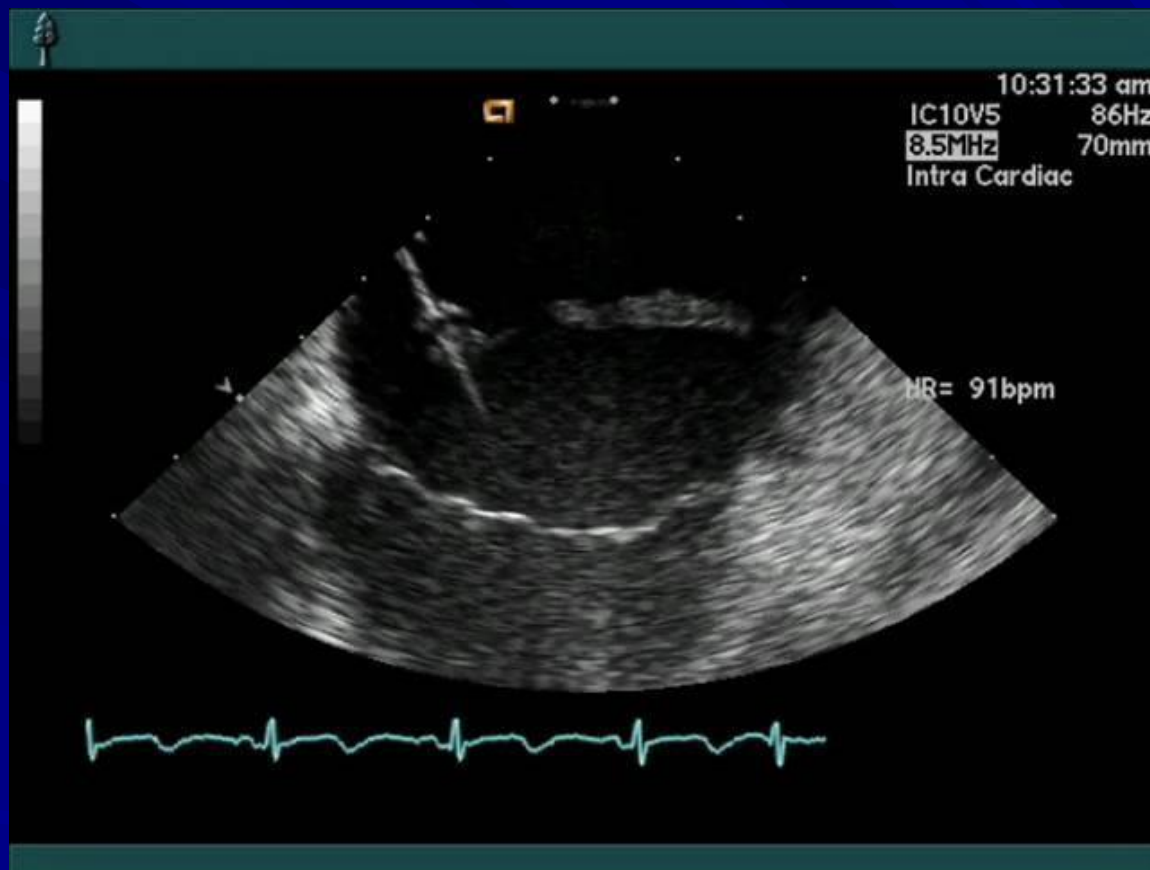


Диагностический ультразвуковой катетер



Ультразвуковое сканирование осуществляется из полости правого желудочка

# Внутрисердечная эхокардиография



В полости правого предсердия определяется электрод электрокардиостимулятора, на котором образовался подвижный тромб

# Режимы УЗИ исследования

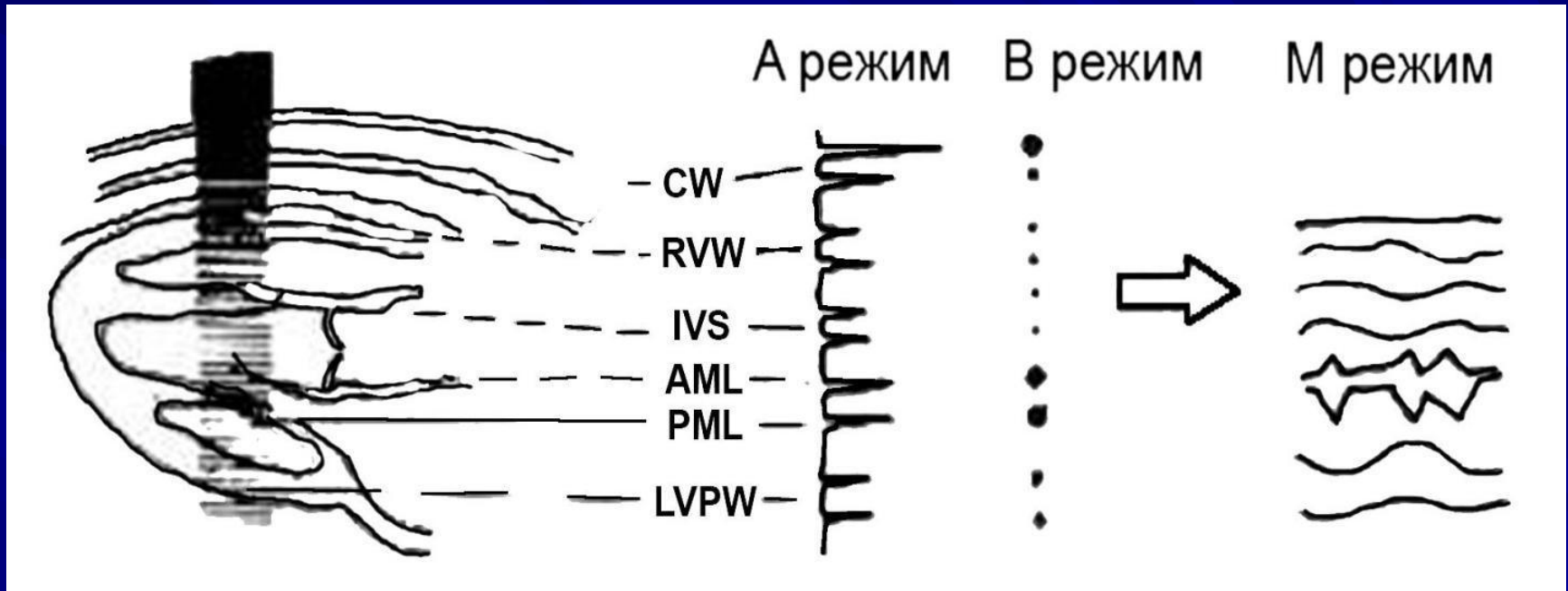


Схема А, В и М режимов ультразвукового исследования.  
Способы получения ультразвуковых изображений сердца.

CW - стенка грудной клетки,  
RVW - передняя стенка правого желудочка,  
IVS - межжелудочковая перегородка,  
AML - передняя створка митрального клапана,  
PML - задняя створка митрального клапана,  
LVPW - задняя стенка левого желудочка.

# Режимы УЗИ исследования

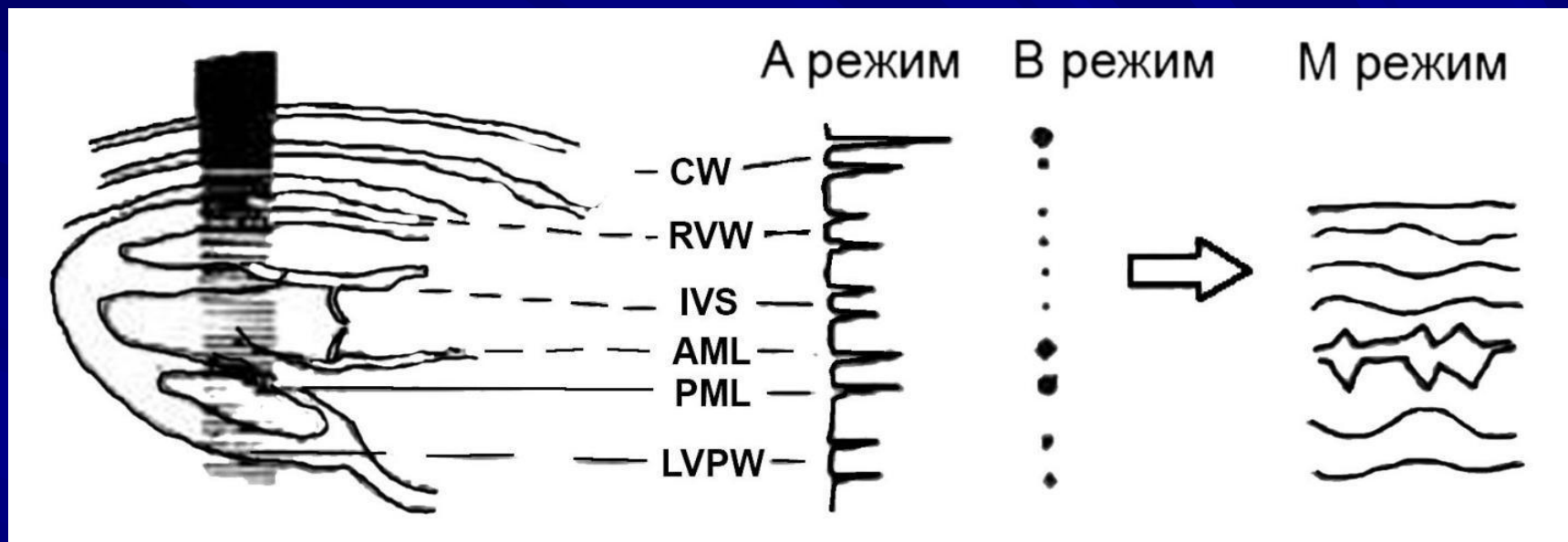


Схема А, В и М режимов ультразвукового исследования.  
Способы получения ультразвуковых изображений сердца.

А-режим – амплитудный режим (интенсивность принятых эхо-сигналов представлена в виде электрических импульсов различной амплитуды).

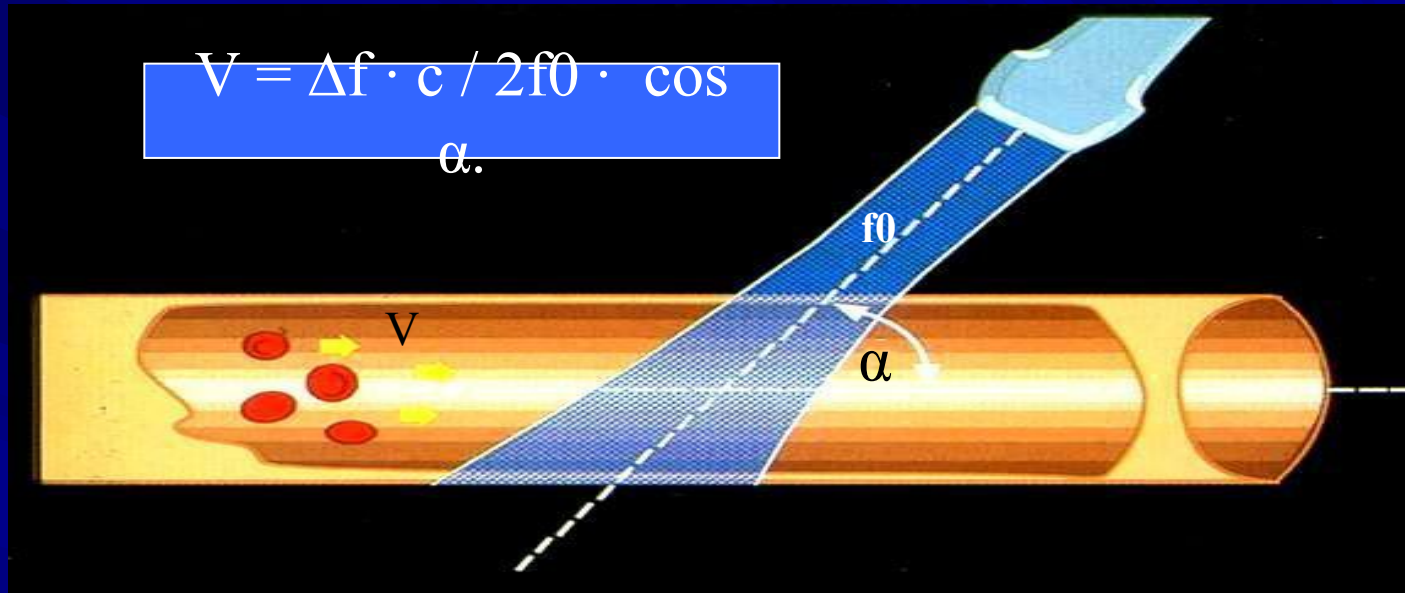
В-режим - двумерный режим (интенсивность эхо-сигналов представлена в виде яркости свечения отдельных точек).

А- и В- режимы представляют интенсивность эхо-сигналов в реальном времени.  
Развертка В - режима по времени превращается в М-режим.

(Schiller N.B., Himelman R.B. Echocardiography and Doppler in clinical cardiology, 1991.)



# Уравнение Допплера



Допплеровский сдвиг частот ( $\Delta f$ ) зависит от

- скорости движения ( $v$ ) эритроцитов (отражателя),
- угла между вектором скорости эритроцитов и вектором ультразвукового луча( $\alpha$ )
- скорости распространения звука в среде ( $c$ ),
- частоты излучателя ( $f_0$ )

Данная зависимость описывается уравнением Допплера:  $\Delta f = 2 \cdot v \cdot f_0 \cdot \cos \alpha / c$ .

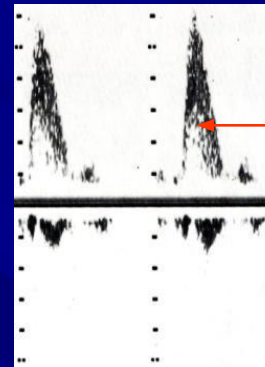
Преобразование этого уравнения позволяет вычислить скорость движения эритроцитов по следующей формуле:  $V = \Delta f \cdot c / 2f_0 \cdot \cos \alpha$ .

Прибор регистрирует сдвиг доплеровских частот ( $\Delta f$ ).

Скорость распространения звука – величина постоянная (1540м/сек), а исходная частота излучения соответствует средней частоте датчика.

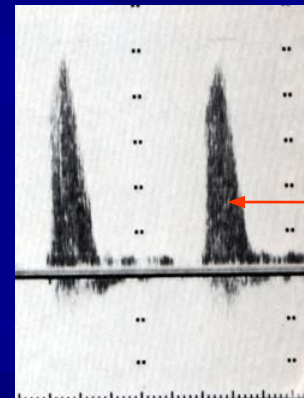
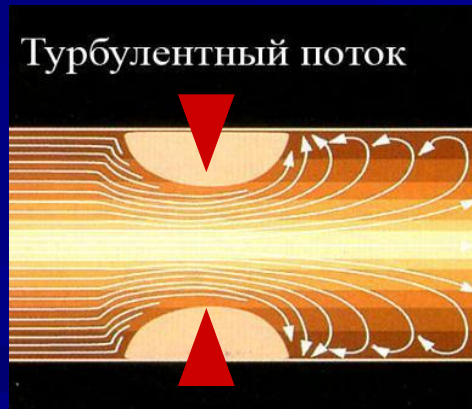
# Допплеровские спектрограммы

ламинарного и турбулентного потоков в кровеносном сосуде.



«окно» внутри доплеровской спектрограммы

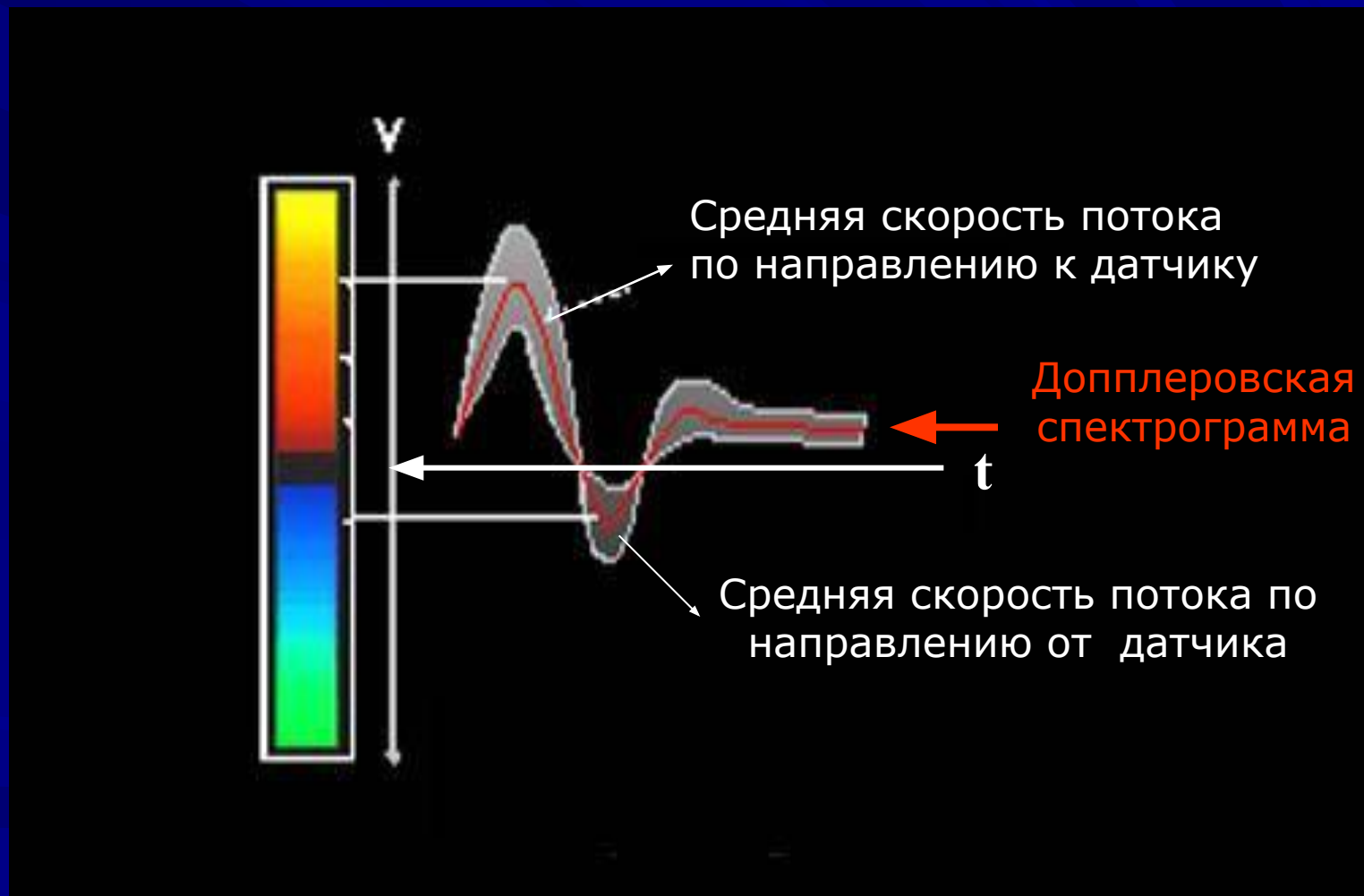
Все участники движения (эритроциты) движутся с одной скоростью и в одном направлении



Отсутствие «окна»

Все участники движения (эритроциты) движутся с различными скоростями и в разные направления. Препятствие на пути кровотока (бляшка, тромб, опухоль) создает турбулентность потока.

# Цветовое доплеровское картирование кровотока (схема)

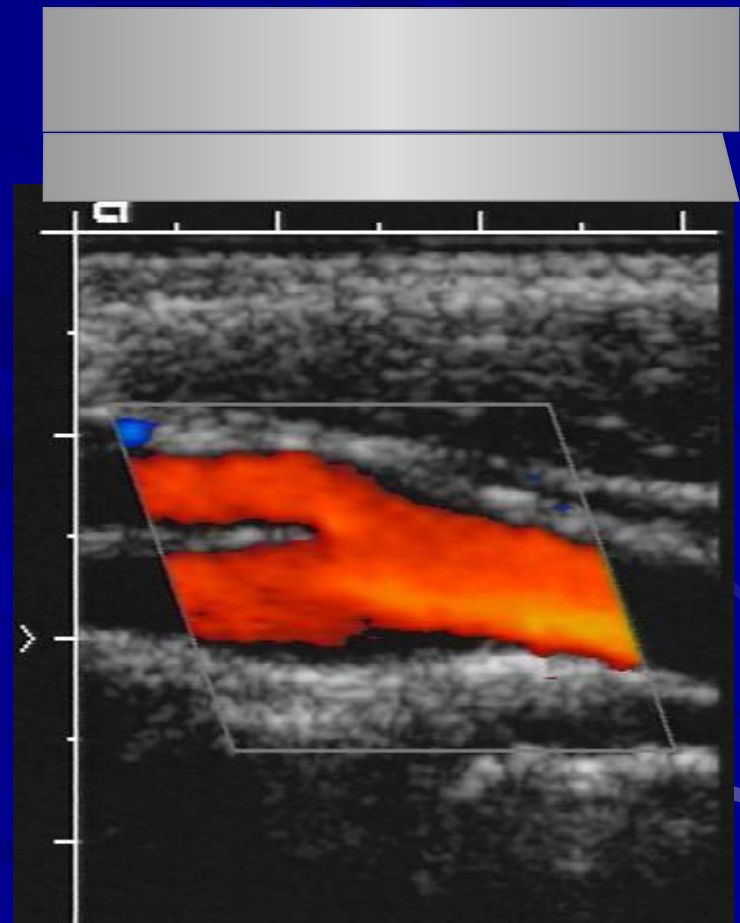


# Цветовое доплеровское картирование кровотока

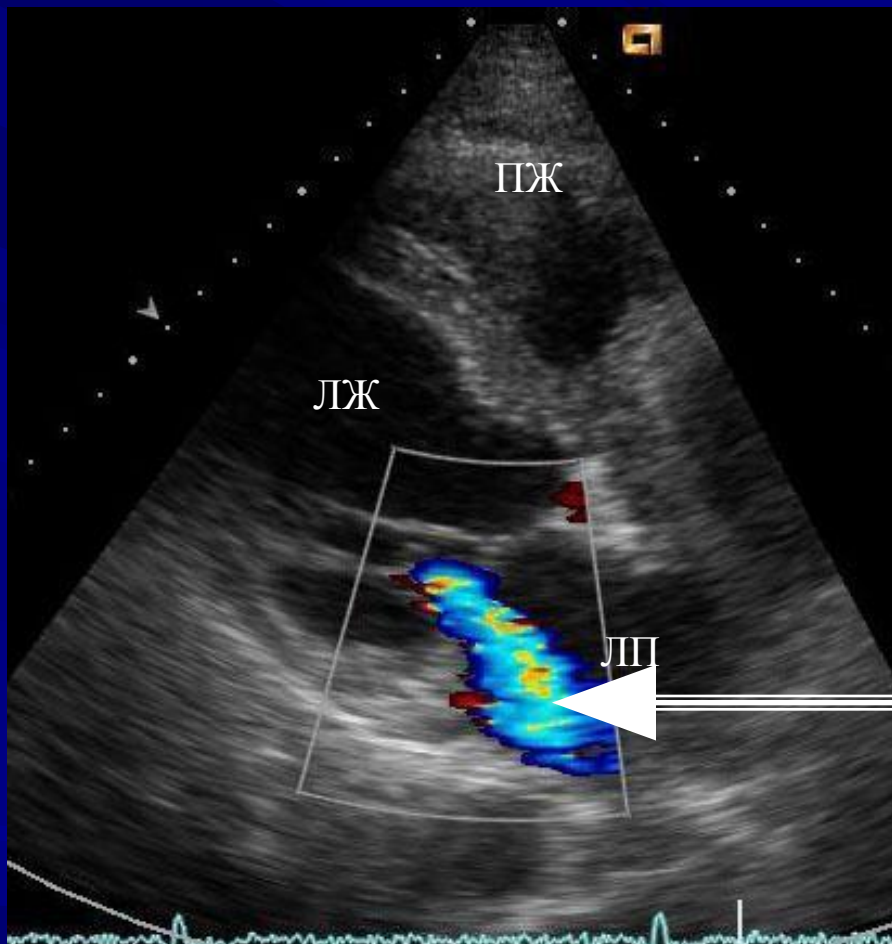


Потоки, направленные к датчику кодируются красным цветом

Потоки, направленные от датчика кодируются синим цветом



# Цветовое доплеровское картирование



Турбулентный поток митральной регургитации кодируется мозаичным цветом

ПЖ – правый желудочек; ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие

# Использование доплеровского метода позволяет определить:

- Характер потока (ламинарный или турбулентный)
- Направление потока (относительно датчика)
- Скорость потока

# Оценка плотности структуры

- Анэхогенные – отсутствие эхосигнала при прохождении однородных жидкостных структур (желчный, мочевого пузырь, киста)
- Гипоэхогенные – слабые эхосигналы, соответствующие низкой плотности
- Гиперэхогенные – сильные эхосигналы, отраженные от плотных сред (стенки органов, конкременты)
- Гомогенные – однородные эхосигналы
- Дистальная акустическая тень – отсутствие эхосигнала за структурой, от которой полностью отразился ультразвук (кость, камень)
- Дистальное усиление сигнала – наблюдается за структурой, содержимое которой не отражает и не поглощает ультразвуковые колебания (киста, мочевого и желчный пузырь)

# Щитовидная железа



Серошальное  
двухмерное сканирование  
ЩЖ линейным датчиком  
7,5 МГц

Паренхима ЩЖ имеет  
однородную  
среднезернистую  
эхоструктуру средней  
эхогенности.

1. Размер на уровне перешейка 3 - 6 мм
2. Передне-задний размер в обл. боковых долей 16 - 18 мм
3. Сонные артерии



# УЗИ

печень, желчный пузырь, поджелудочная железа,  
селезенка

- Оценка формы, размеров и расположение органов
- Выявление очаговых образований (опухоли, кисты, абсцессы, гематомы, гемангиомы) и диффузного изменения органа.
- Оценка плотности и структуры органов

# Печень и печеночные вены



Однородная мелкозернистая эхоструктура нормальной печени. Эхогенность печени чуть выше коркового слоя почки.

Печеночные вены

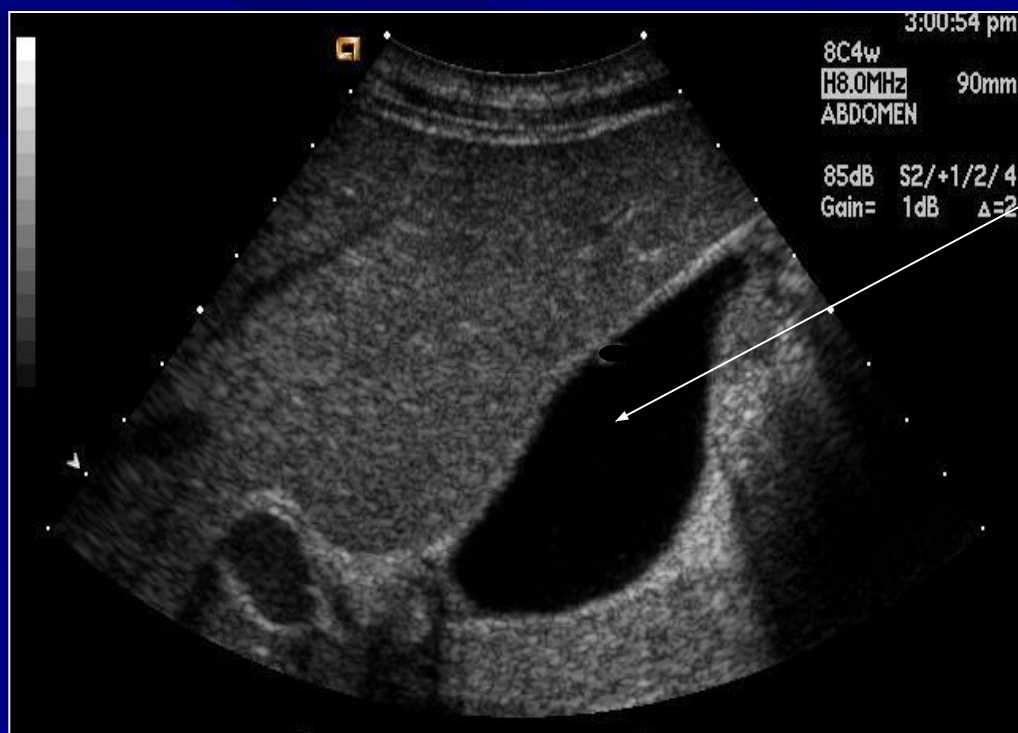
Размеры печени: сагиттальные 9 – 12 см (средне-ключичн. линия)  
7 – 9 см (передне-сред. линия)  
поперечник 20 – 22,5 см

# Цветовое дуплексное сканирование сосудов печени



Кровоток в  
печеночной артерии  
и воротной вене  
направлен к  
датчику (кодирован  
красным цветом)

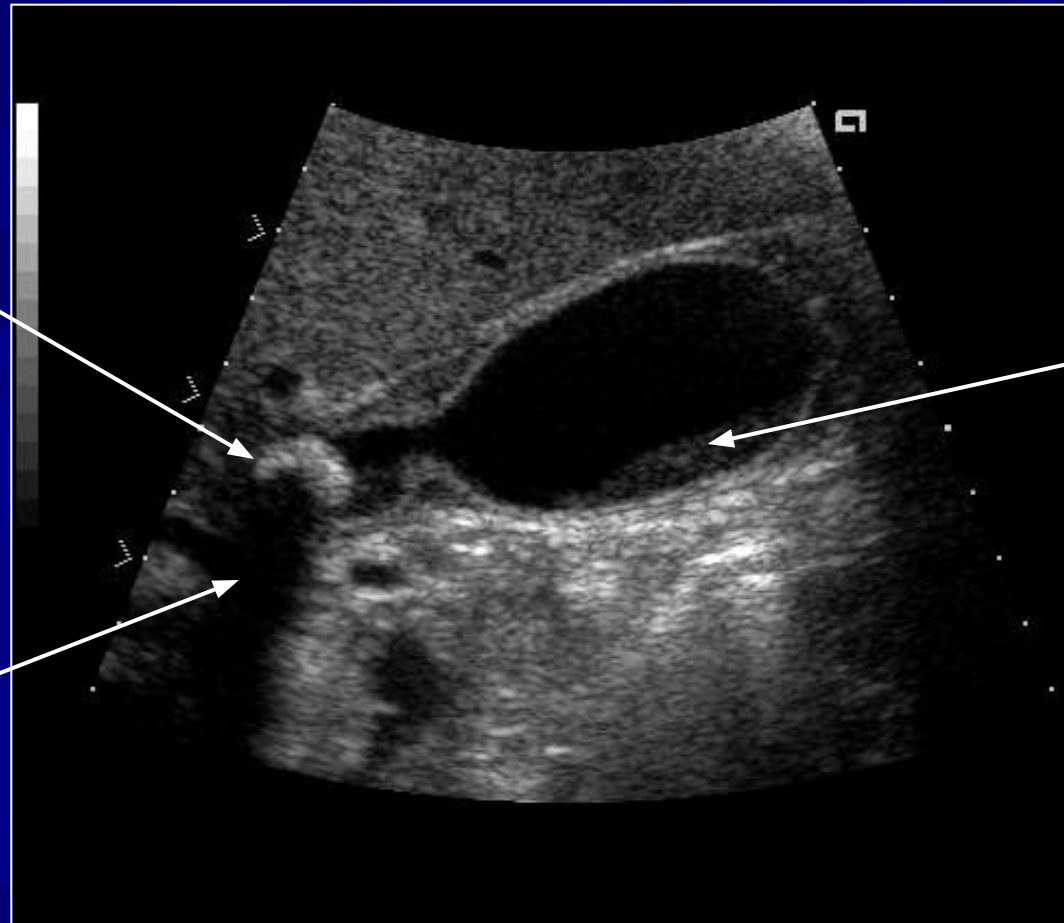
# Желчный пузырь



Желчный пузырь представлен в виде анэхогенного образования с толщиной стенки не более 3 мм.

Размеры ЖП: длина – 60 - 100 мм  
поперечник – 30 мм

# Камень в желчном пузыре

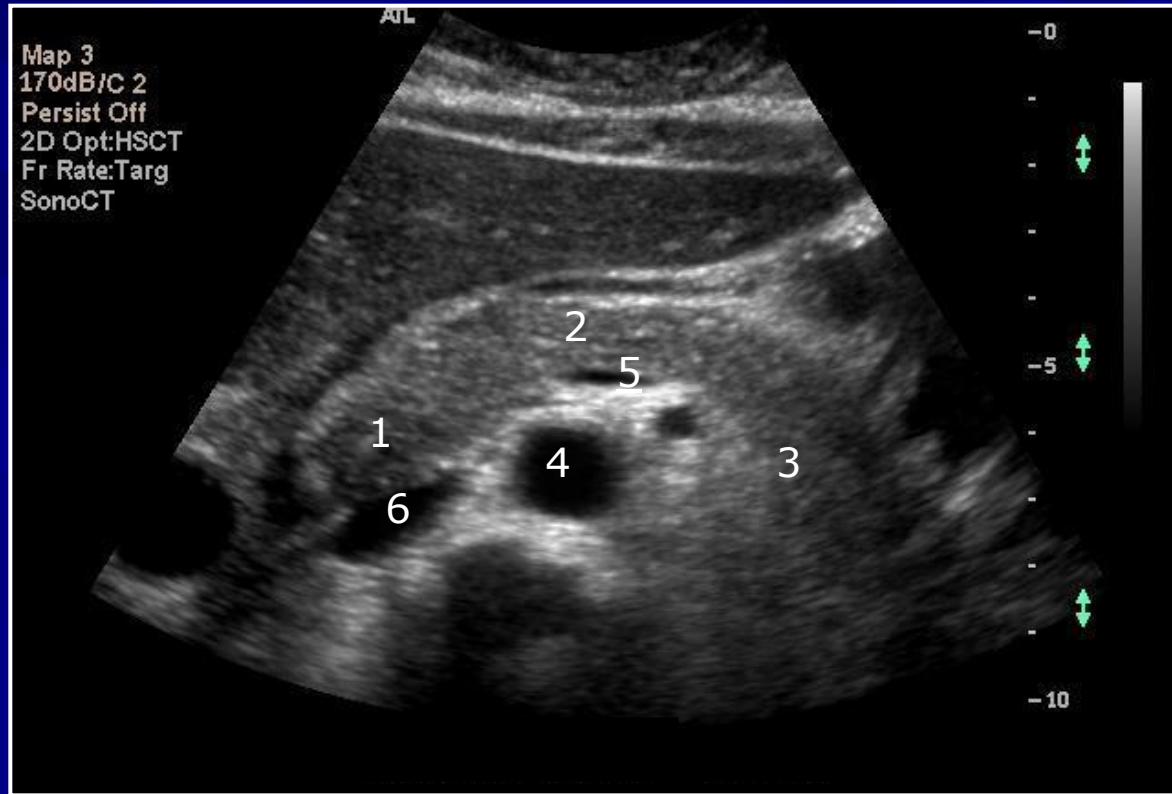


Гиперэхогенная структура (камень) в области шейки ЖП

Сгущение желчи или «песок» в полости ЖП

За камнем видна анэхогенная дорожка (акустическая тень)

# Поджелудочная железа



1 – головка

4 - аорта

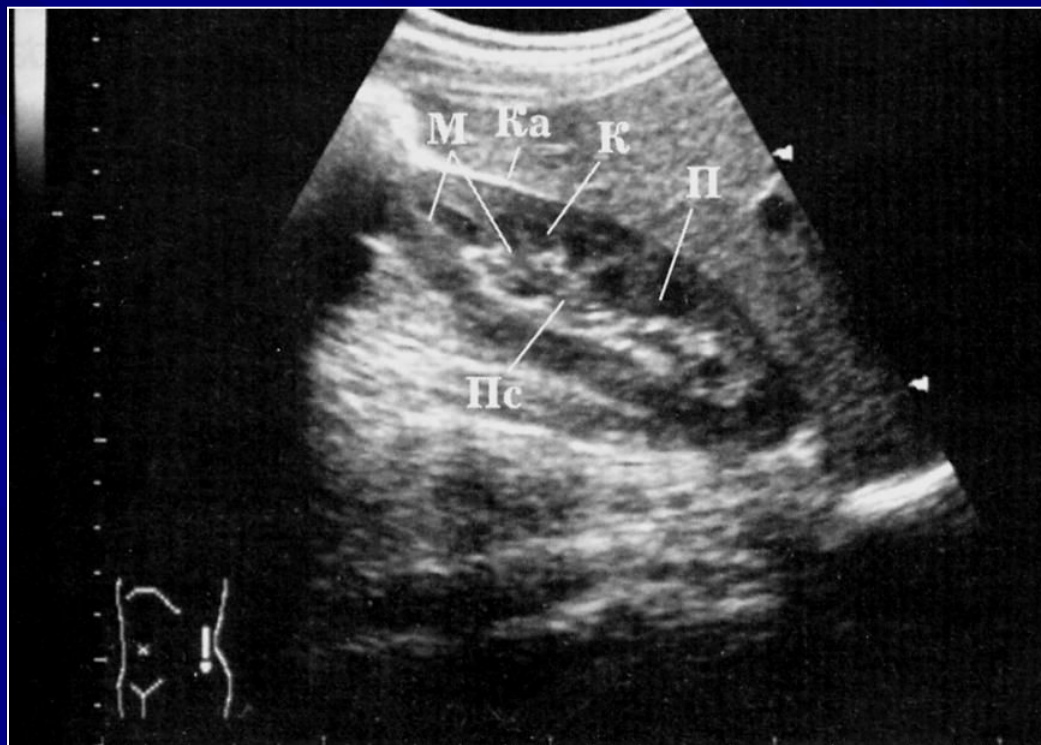
2 – тело

5 – селезеночная вена

3 – хвост

6 – нижняя полая вена

# Почка в продольном срезе

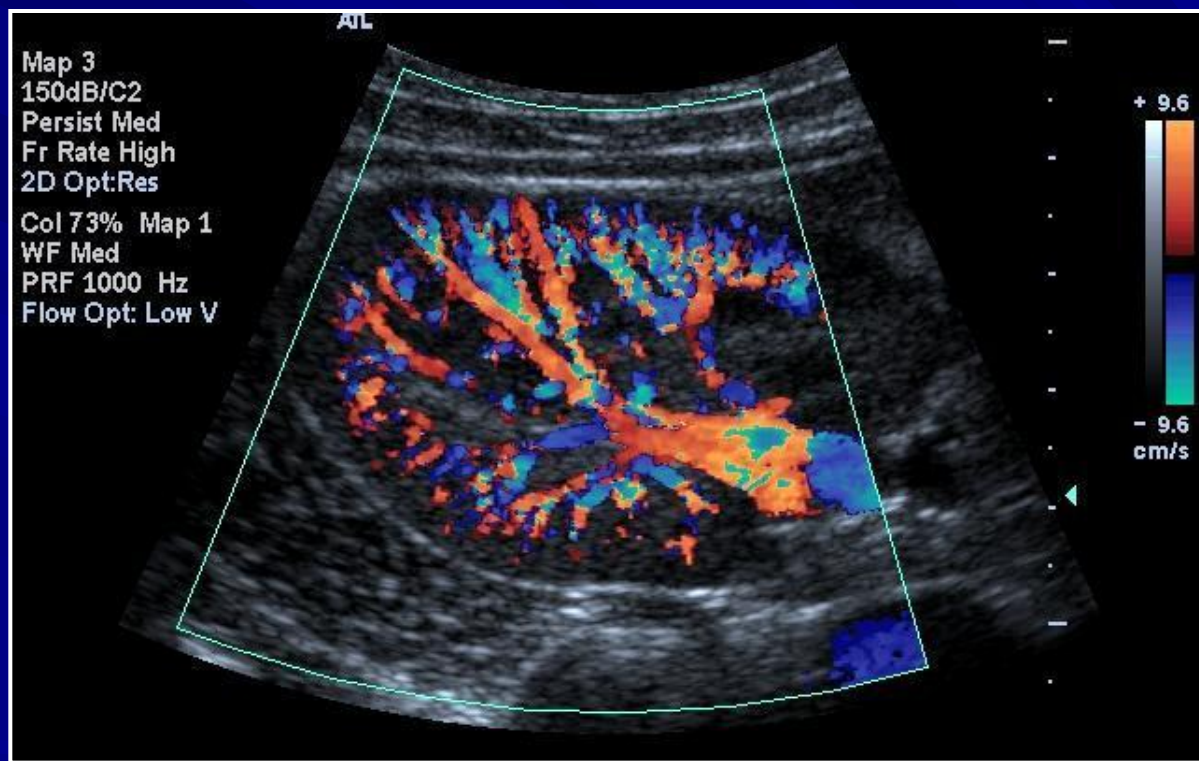


Размеры: продольный срез – 10-12 x 3,5-4,5 см  
поперечный срез – 5-6 x 3,5 -4,5 см

М – мозговой слой;  
Ка – капсула (2-3 мм);  
К – корковый слой (5-7 мм);

П – пирамидки;  
Пс – почечный синус.

# Цветовое доплеровское картирование сосудов почки



Цветовое картирование сосудов почки.

Норма.



# Беременность 16 недель

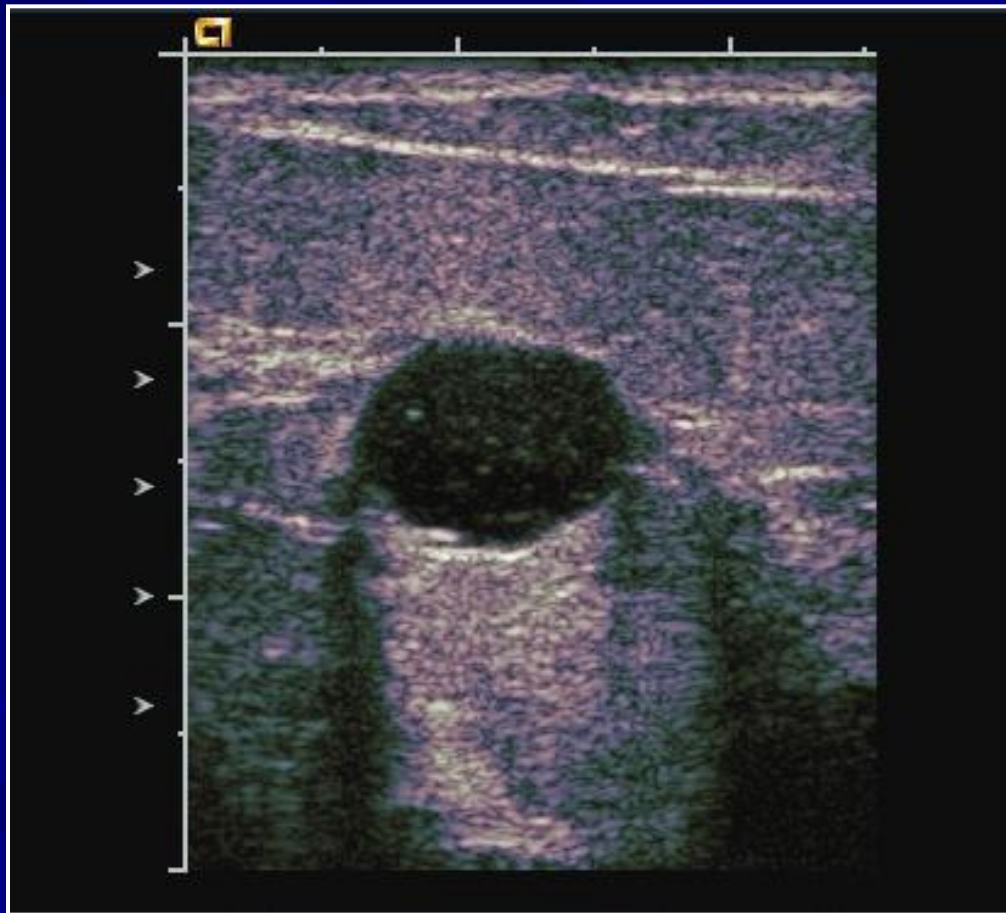


Видны контуры головы и грудной клетки плода.

# Ультразвуковое трехмерное изображение плода (26 недель)



# УЗИ молочной железы - киста



1. Округлая форма
2. Четкость контуров
3. Анэхогенное содержимое
4. Дистальное усиление эхосигналов
5. Латеральные тени

# Анатомический препарат сердца и трехмерная реконструкция



RA – правое предсердие;  
MS – митральный стеноз;



AV – аортальный клапан;  
LA – левое предсердие

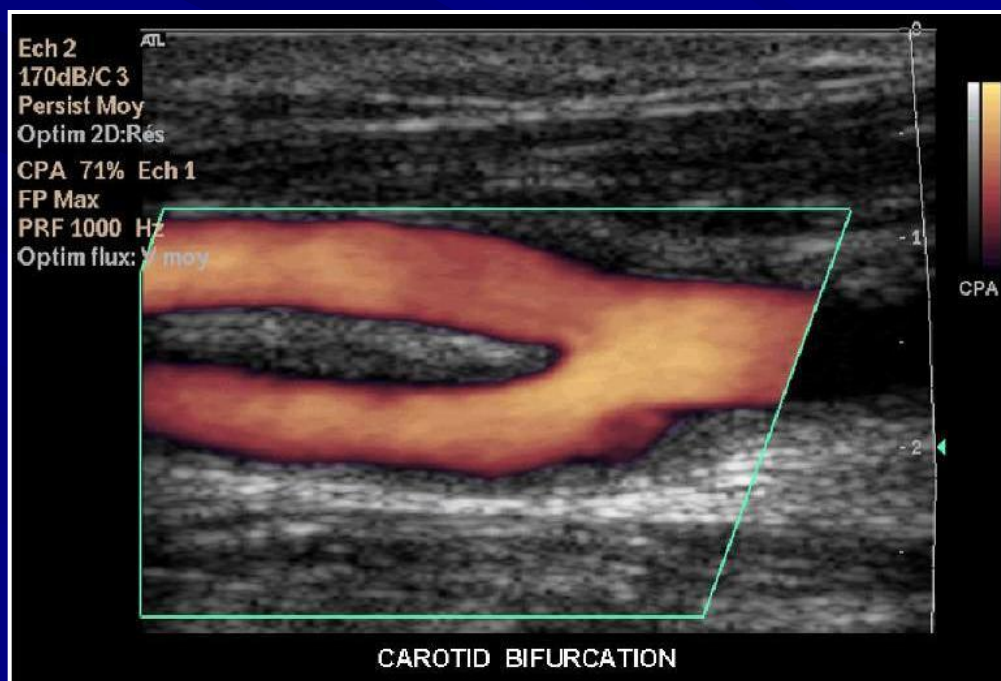
# Эхокардиография.

3D в реальном масштабе времени



В левом предсердии определяется огромная опухоль (миксома), пролабирующая в левый желудочек через митральное отверстие.

# Цветовое дуплексное сканирование области каротидной бифуркации

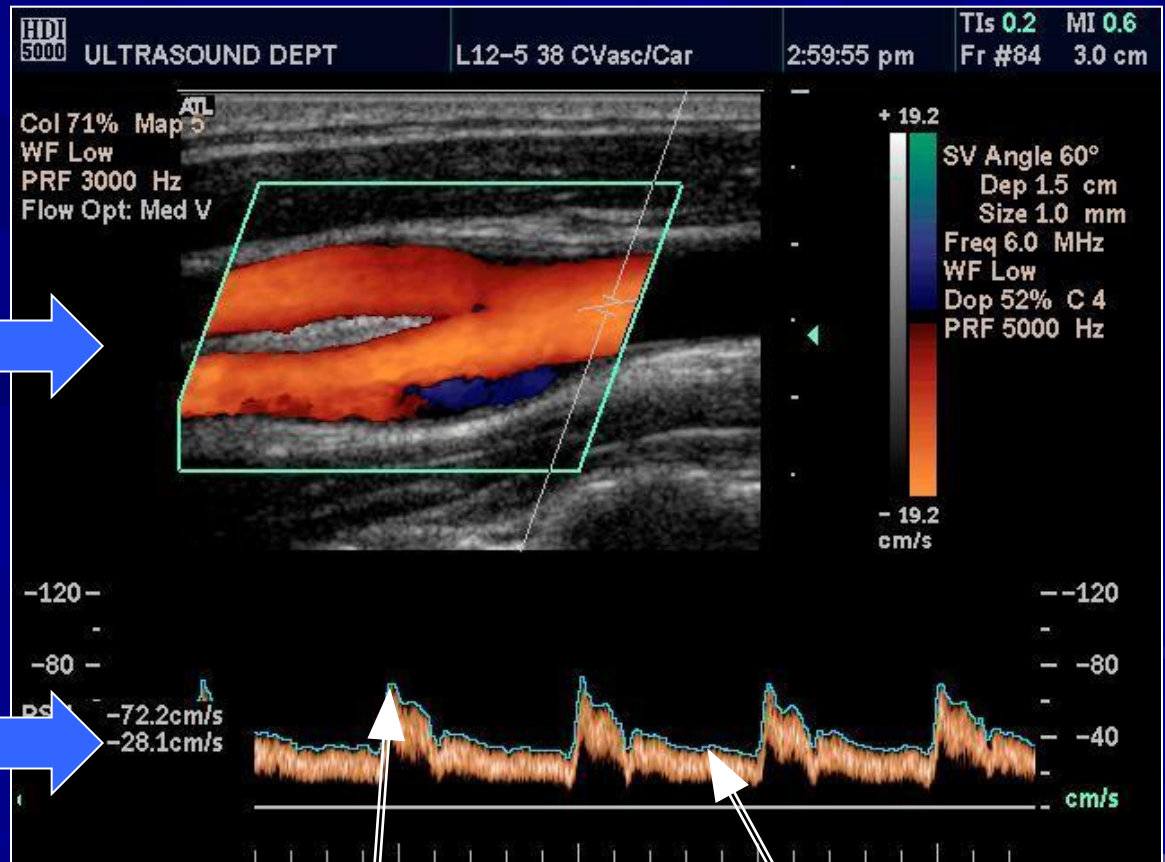


Равномерное  
заполнение цветом  
просвета общей сонной  
артерии и её ветвей.

Дуплексное ультразвуковое сканирование включает одновременное использование двух режимов изображения. Обычно это черно-белое двумерное изображение и спектральная или цветовая доплерография. Такой режим сканирования позволяет увидеть потоки крови в сосудистом русле.

# УЗИ кровеносных сосудов

Двухмерная сканограмма в сочетании с цветовым доплеровским картированием кровотока в общей сонной и её ветвях



Допплеровская спектрограмма – графическое представление изменения скорости потока в сонной артерии за 4 сердечных цикла.

Систолическая (пиковая) скорость кровотока

Диастолическая скорость кровотока

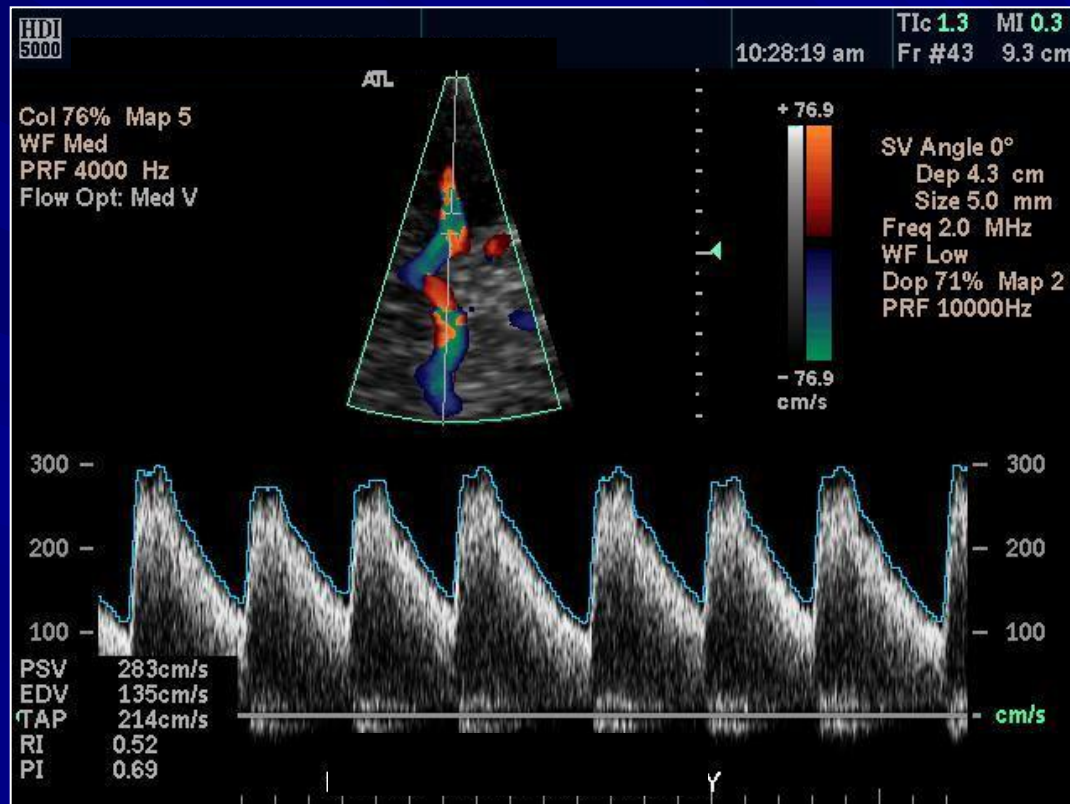
# Цветовое дуплексное сканирование общей сонной артерии.

Допплерографическое исследование кровотока.





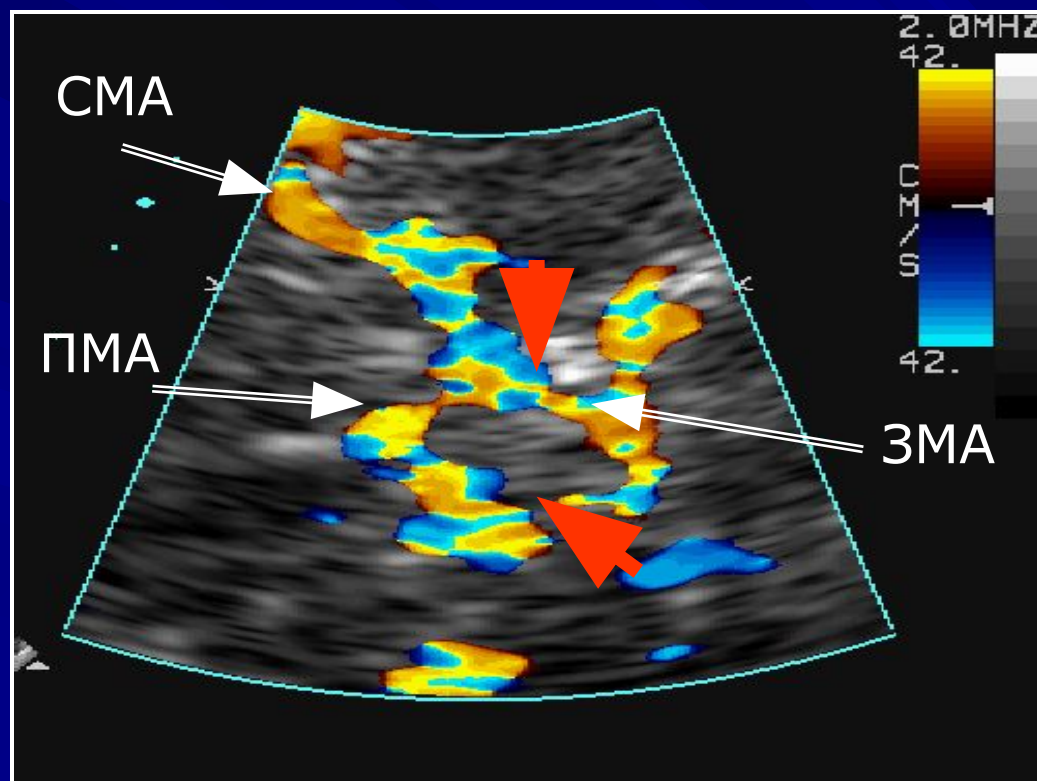
# УЗИ кровеносных сосудов



Транскраниальная доплерография средней мозговой артерии в сочетании с доплеровской спектрограммой скорости кровотока.

Доступ – височная область.

# Цветовое дуплексное сканирование артерий Виллизиева круга



Стрелками обозначены функционирующие задние соединительные артерии

СМА – средняя мозговая артерия; ПМА – передняя мозговая артерия;  
ЗМА – задняя мозговая артерия.

# Вопросы для самопроверки

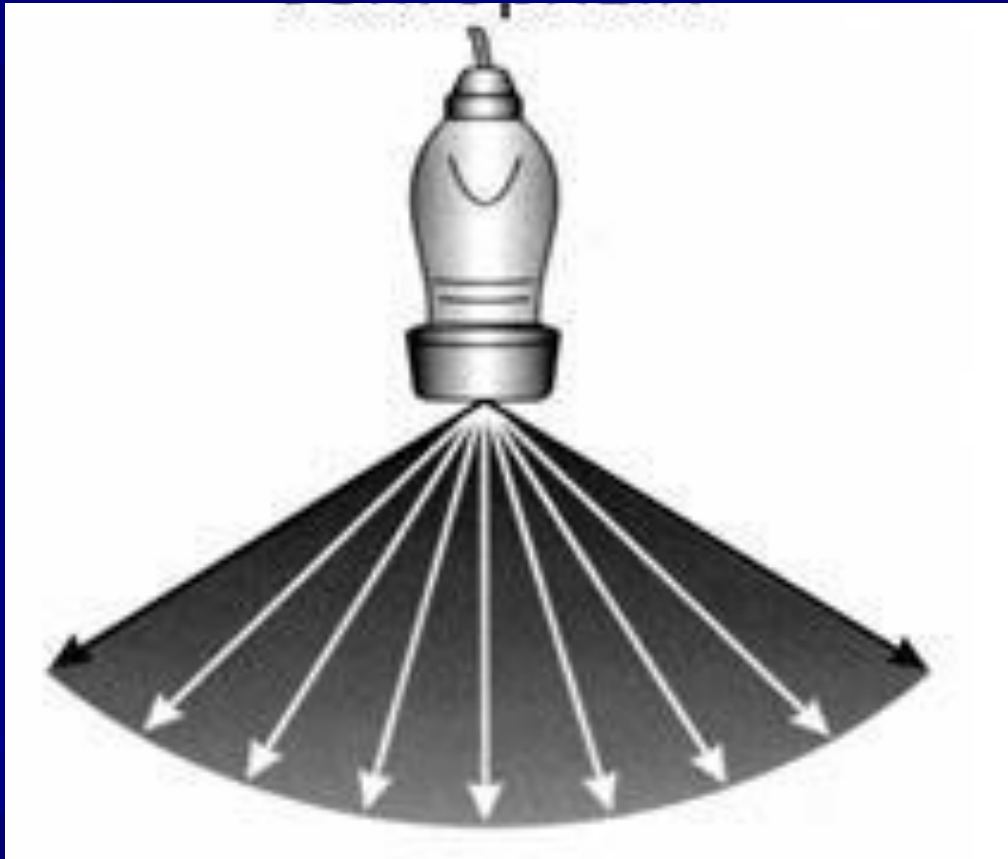
# Вопрос №1

Назовите физический принцип генерации ультразвуковой волны.

1. Прямой пьезоэффект
2. Ионизирующее излучение
3. Обратный пьезоэффект
4. Сильное магнитное поле

# Вопрос №2

Назовите тип ультразвукового датчика



1. Линейный
2. Секторный
3. Конвексный
4. Векторный

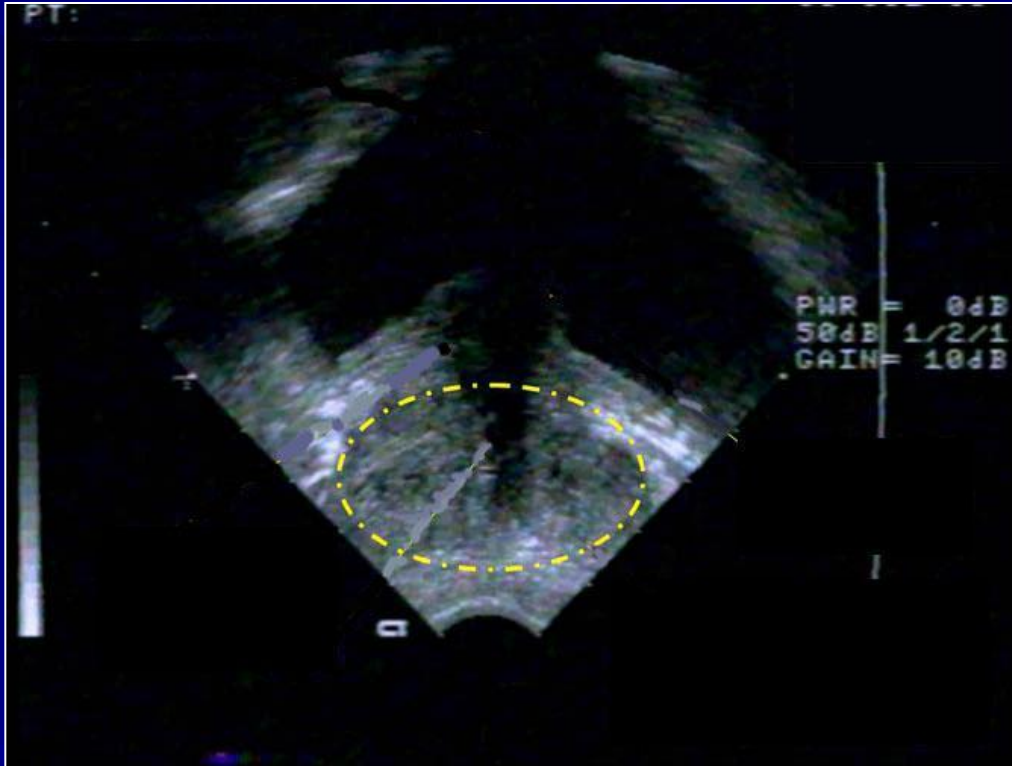
# Вопрос №3

## Назовите основные диагностические возможности доплерографии

1. Определение скорости кровотока
2. Определение направления кровотока
3. Оценка характера кровотока – турбулентный или ламинарный
4. Оценка акустической плотности и структуры паренхиматозных органов
5. Ответы 1,2,3 – правильно.

# Вопрос №4

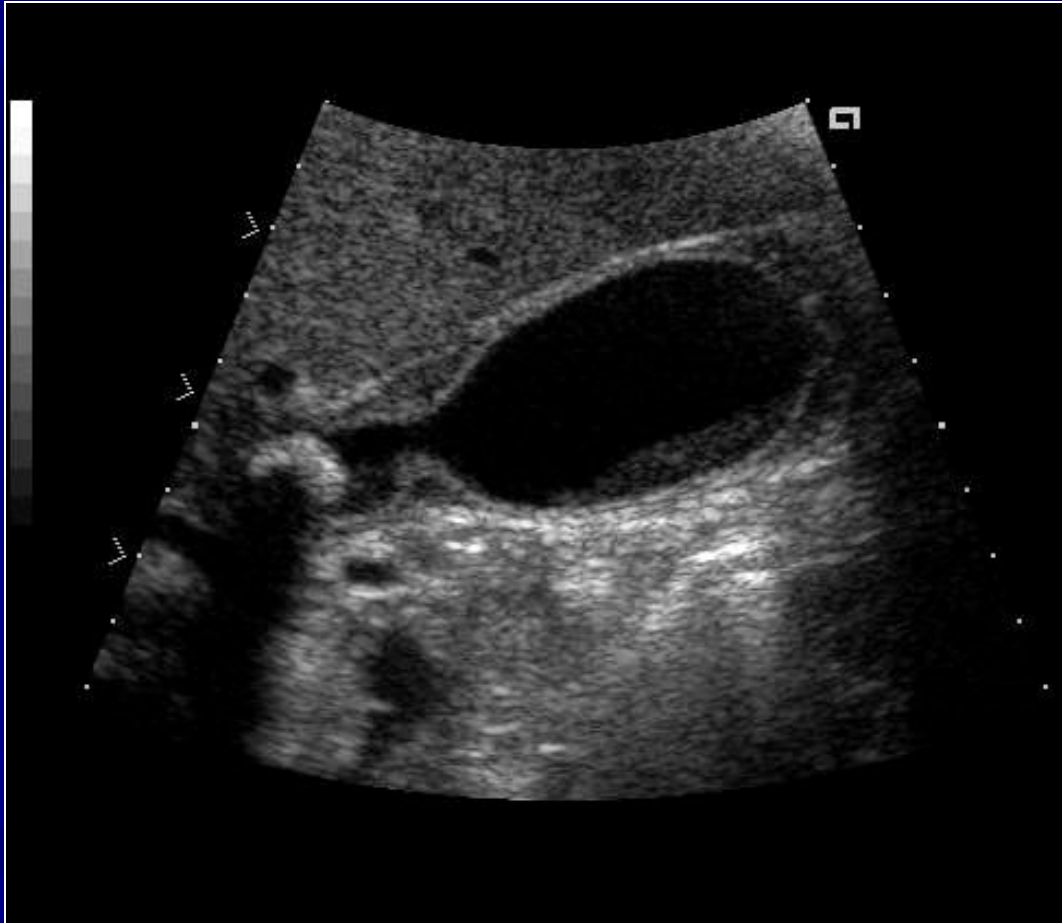
Назовите вид исследования



1. Трансабдоминальное УЗИ мочевого пузыря
2. Трансабдоминальное УЗИ мочевого пузыря и предстательной железы.
3. Трансректальное УЗИ предстательной железы
4. Трансректальное УЗИ предстательной железы и мочевого пузыря

# Вопрос №5

Назовите вид исследования и диагноз.

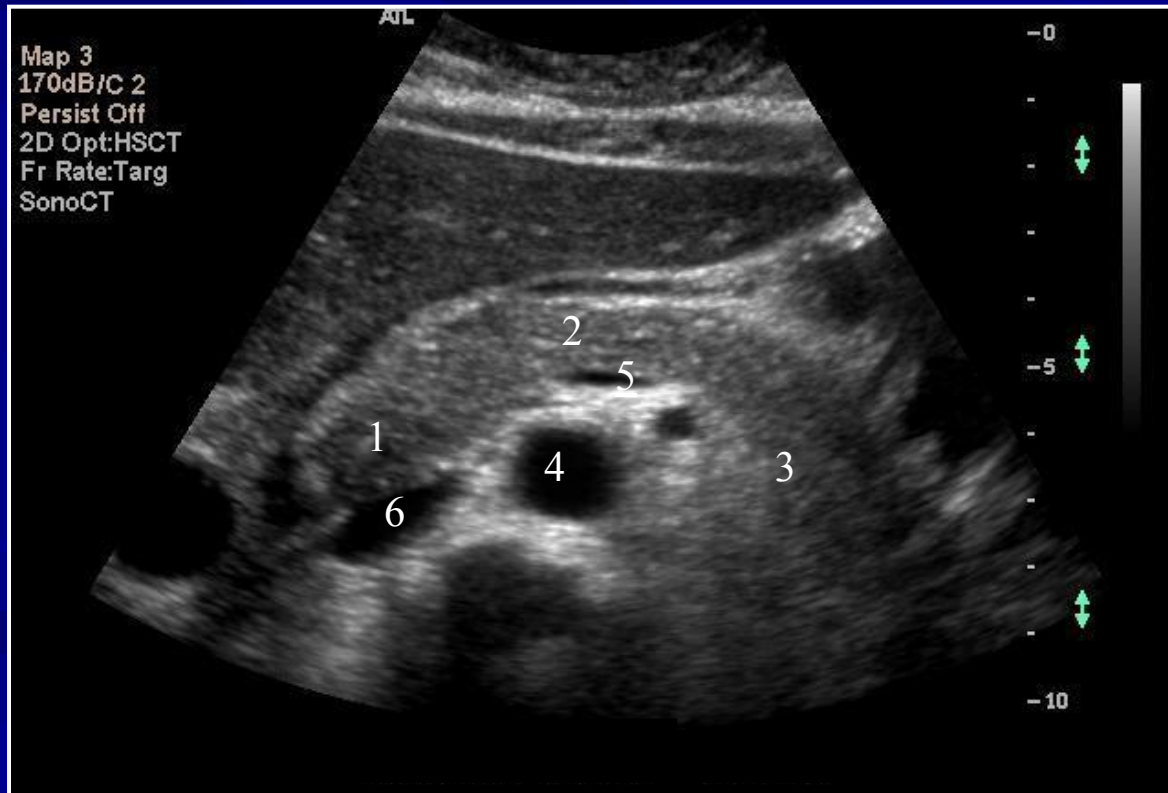


1. УЗИ мочевого пузыря, новообразование.
2. УЗИ молочной железы, киста.
3. УЗИ желчного пузыря, желчнокаменная болезнь.
4. Узи желудка, застойное содержимое в желудке.



# Вопрос №6

Назовите основные отделы поджелудочной железы и анатомические ориентиры, используемые при её УЗИ



# Вопрос №7

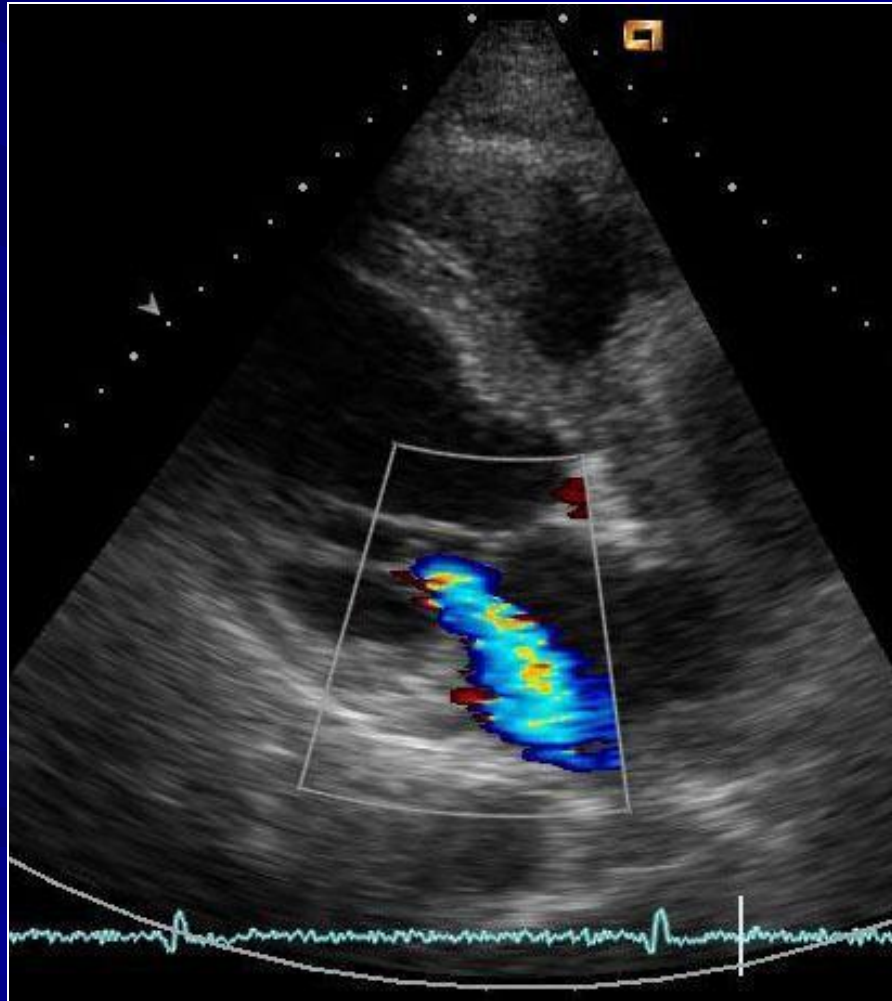
Назовите методику визуализации плода



1. Рентгеновская компьютерная томография
2. Магнитно-резонансная томография
3. Двухмерное УЗИ
4. Трёхмерное УЗИ

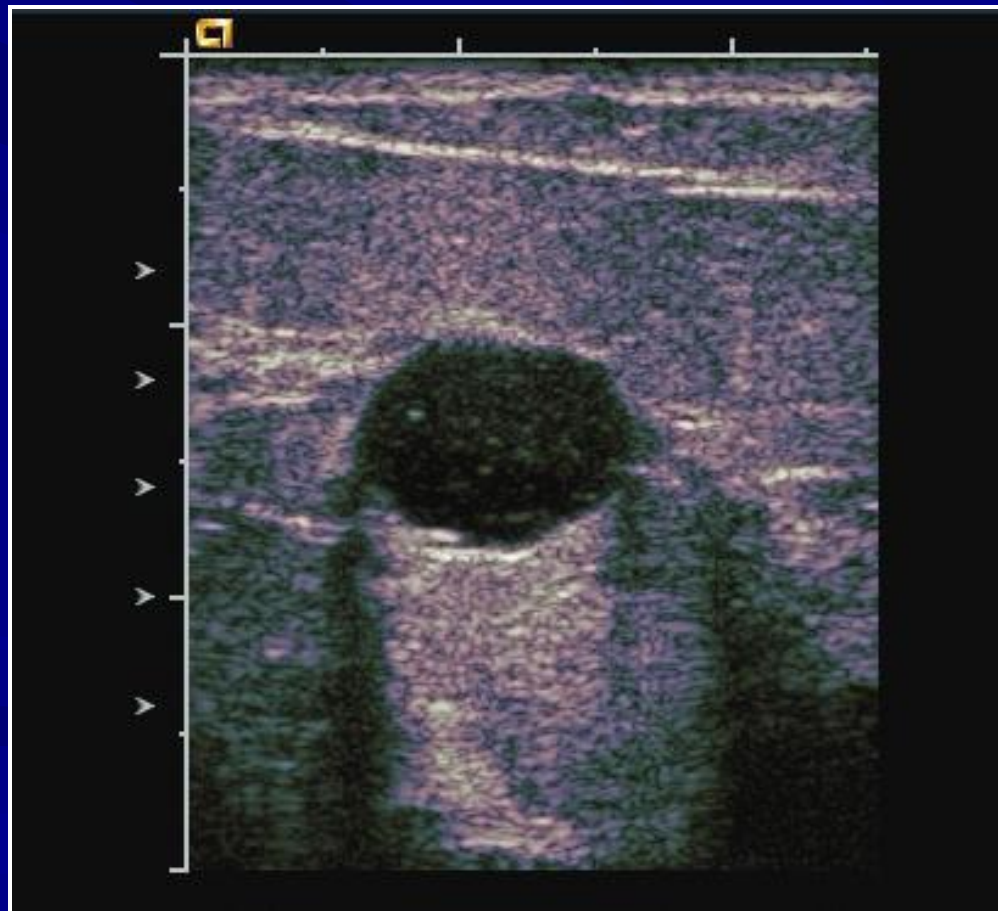
# Вопрос №8

Назовите методику и область исследования



# Вопрос №9

Назовите ультразвуковые признаки кисты молочной железы.



# Ответы

1 – 3

2 – 2

3 – 5

4 – 4

5 – 3

6 – 1 – головка; 2 – тело; 3 – хвост; 4 – аорта; 5  
– селезеночная вена; 6 – нижняя полая вена.

7 – 4

8 – эхокардиография с цветовым доплеровским картированием митральной регургитации.

9 – округлая форма; четкость контуров; анэхогенное содержимое; дистальное усиление эхосигналов; латеральные тени.