



# Раздвижим Горизонты Ультразвука

г. Пермь МСЧ № 9  
Косачев П. Г.



# Что такое спектр звуковых волн?

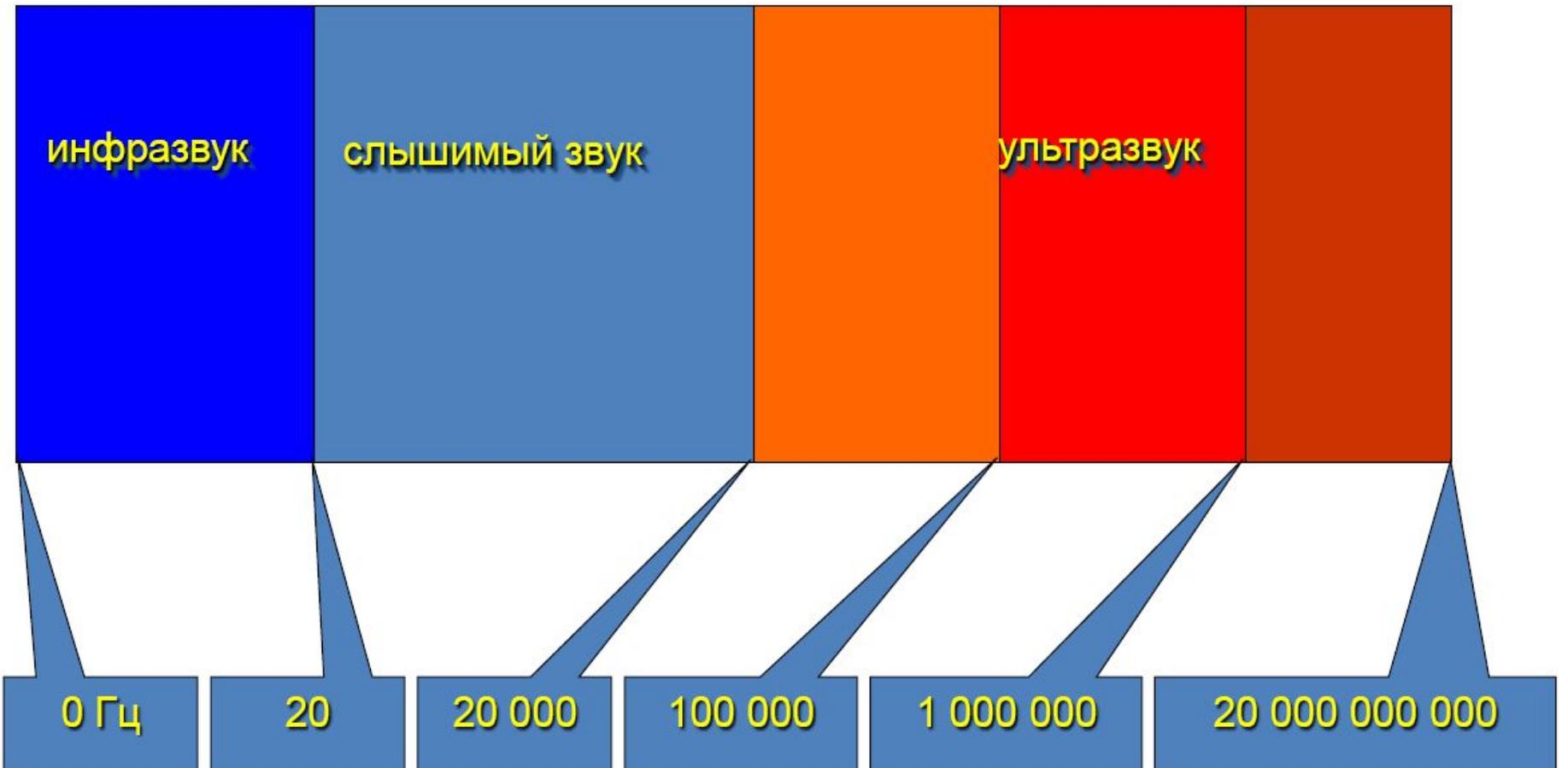


Вибрационный  
анализ

Сонар

Дефектоскопия

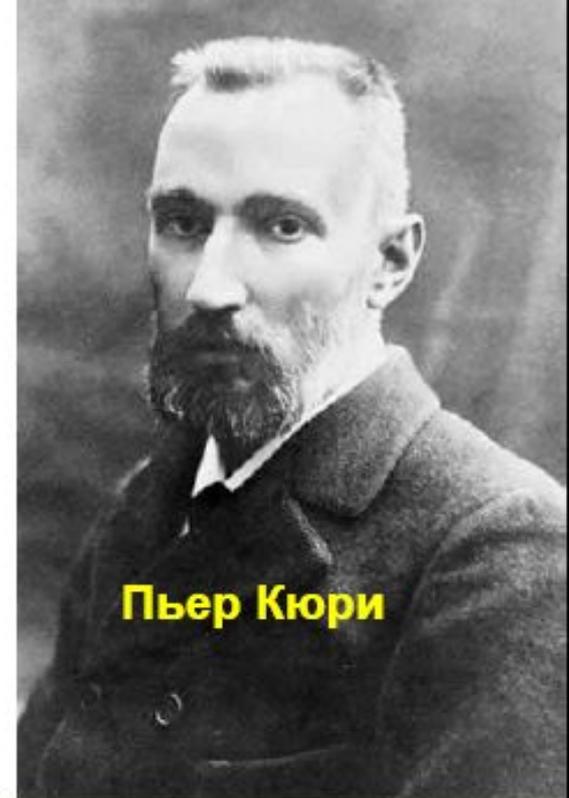
Медицина



# Пьезоэлектрический эффект

Пьезоэлектричество было открыто братьями (Пьером и Полем-Жаком Кюри Pierre и Paul-Jacques Curie) в 1880 г., а названия получило в 1881 г. от Вильгельма Хэнкела (Wilhelm Hankel).

- Пьезоэлектричеством называют электрический заряд, появившийся в результате механического напряжения. Утверждение верно и в обратную сторону. Применение подходящего электрического поля к пьезоэлектрическому материалу создает механическое напряжение.

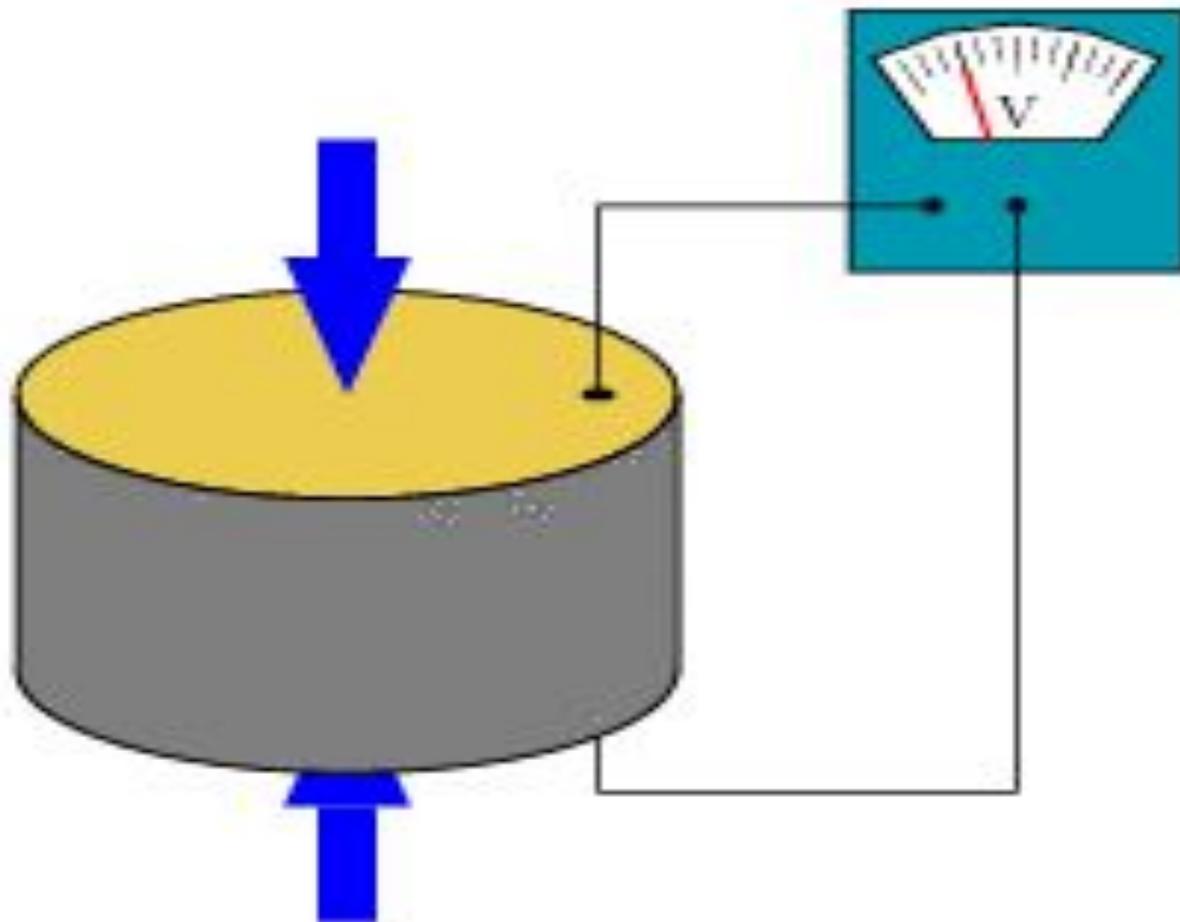


**Пьер Кюри**



**Поль-Жак Кюри**

# Что происходит с пьезокристаллом?



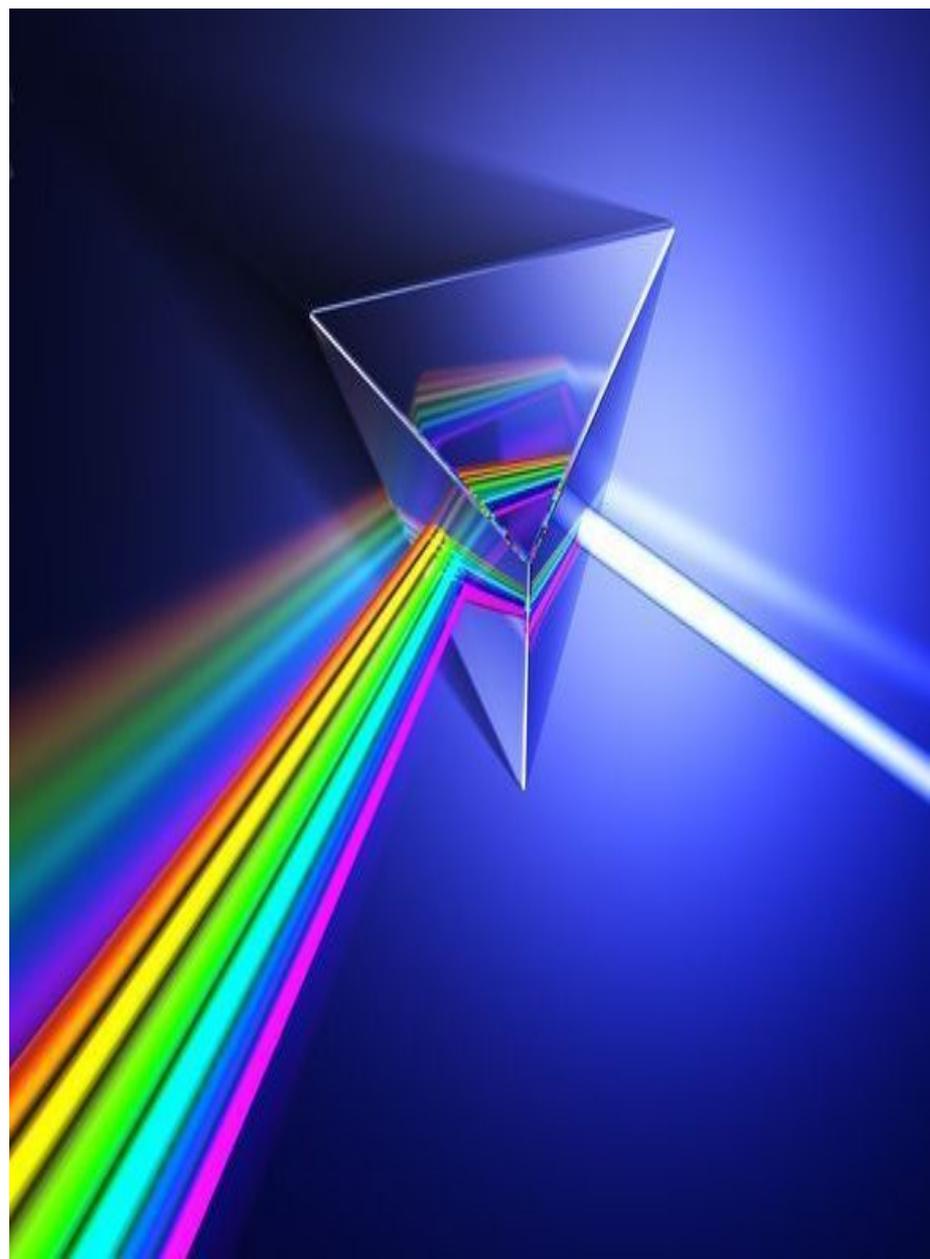
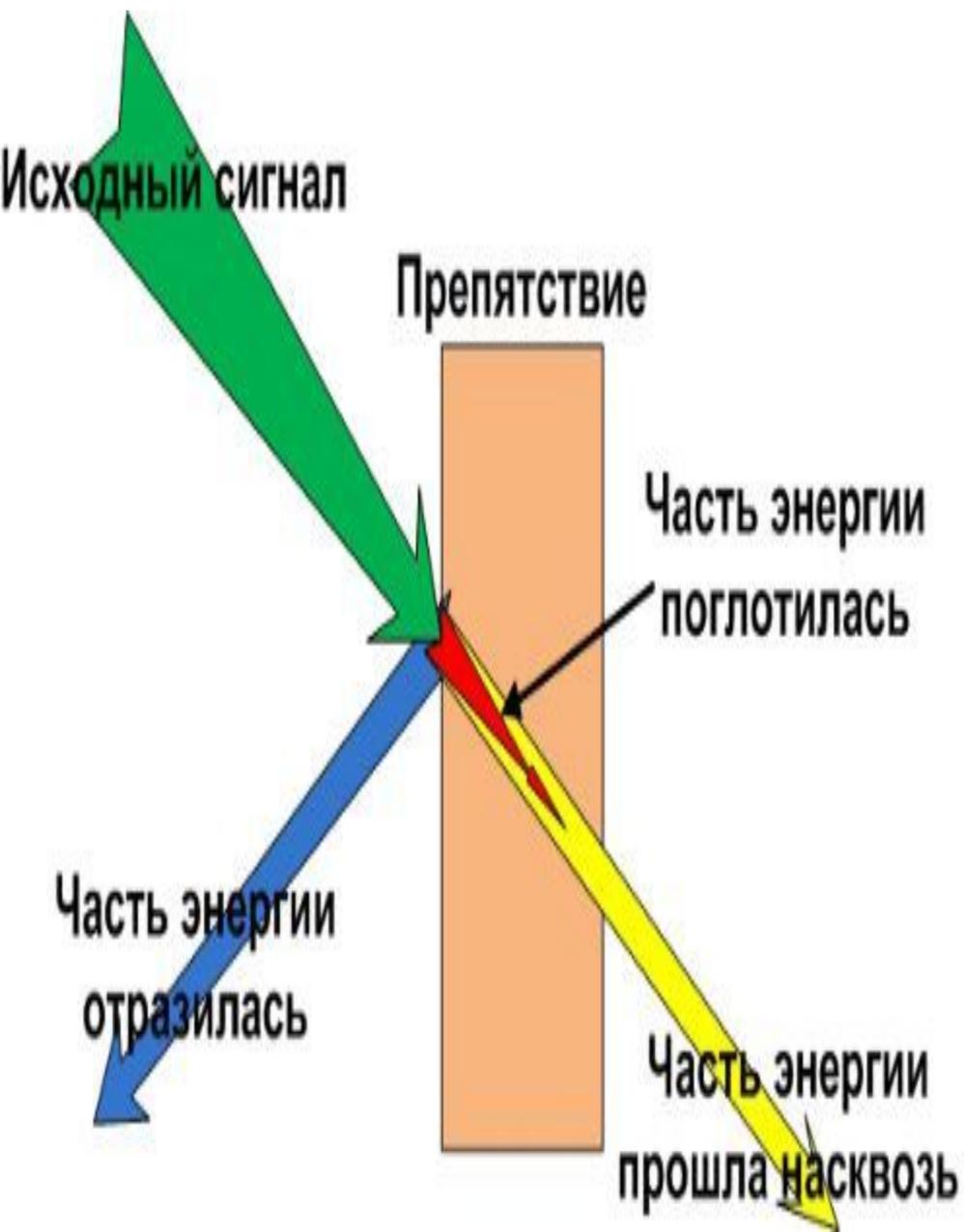
# Как рождается ультразвуковая картинка?



# Как рождается ультразвуковая картинка?

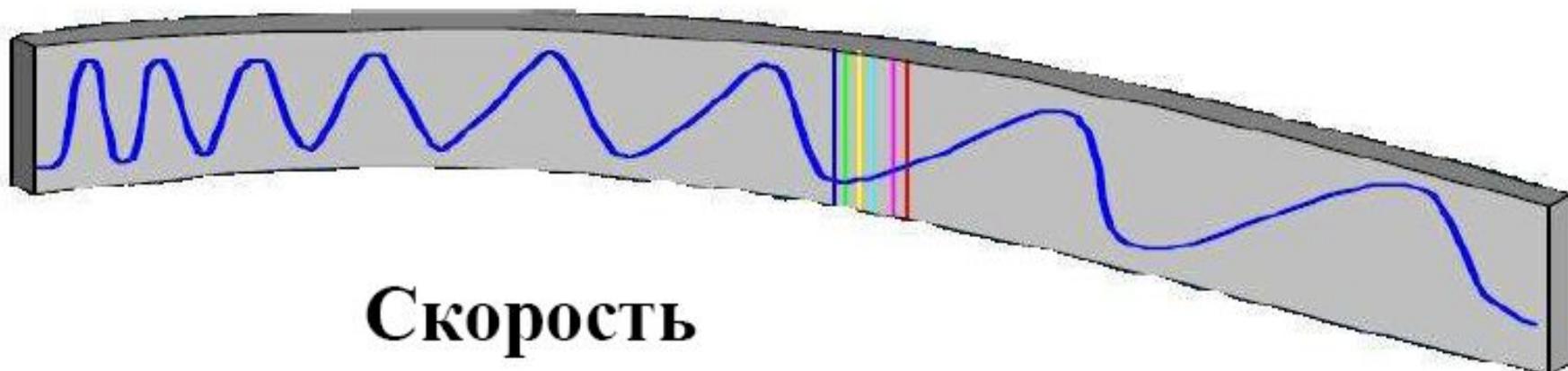


# Поглощение. Преломление. Угасание.



# Распространение звуковой волны

Распространение ультразвука зависит от плотности, структуры, однородности, вязкости и сжимаемости тканей.

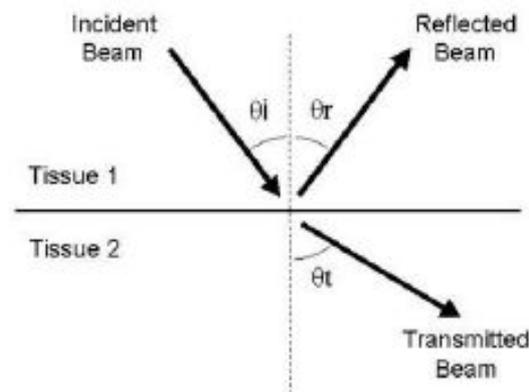


Чем ближе молекулы вещества (выше плотность), тем лучше вещество проводит звук.

Разные ткани: миокард, перикард, кровь, створки клапанов и т. д. - имеют разную плотность. Даже при незначительном различии плотностей между средами возникает эффект «раздела фаз».

Ультразвуковая волна, достигшая границы двух сред, может отразиться от границы или пройти через нее.

Чем выше разница в акустических импедансах соседних сред, тем выше отражающая способность их границы:

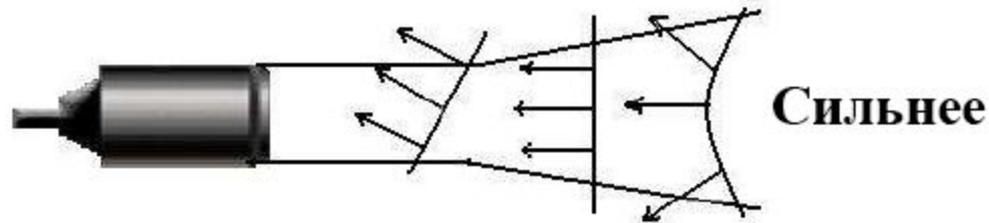


Среды	Отношение амплитуд давления	Отраженная энергия (%)
Жир - мышцы	0,10	1,08
Мышцы - кровь	0,03	0,07
Кость - жир	0,69	48,91
Мягкие ткани - вода	0,05	0,23
Мягкие ткани - воздух	0,9995	99,90

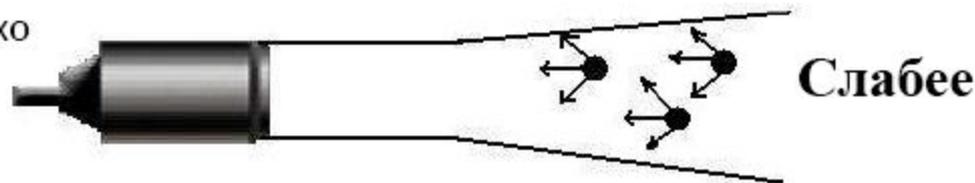
# Отражение звука

- **Сплошные объекты (диафрагма)**
  - отражение «единым фронтом» - выше процент вернувшейся УЗ-энергии - лучше изображение.
  - если поверхность перпендикулярна оси УЗ-луча – качество изображения возрастет.
- **Корпускулярные объекты** (рассеяние также происходит, когда длина волны ультразвуковых волн больше, чем размеры отражающей структуру (например, эритроциты))

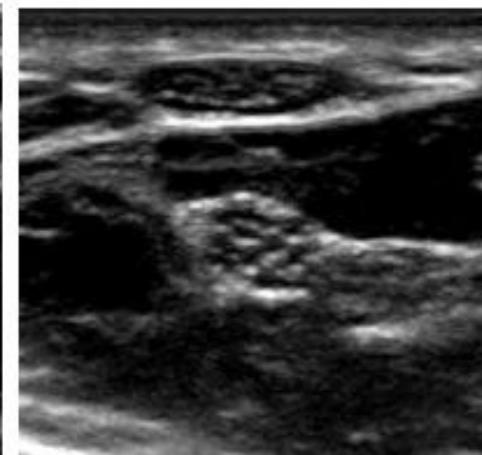
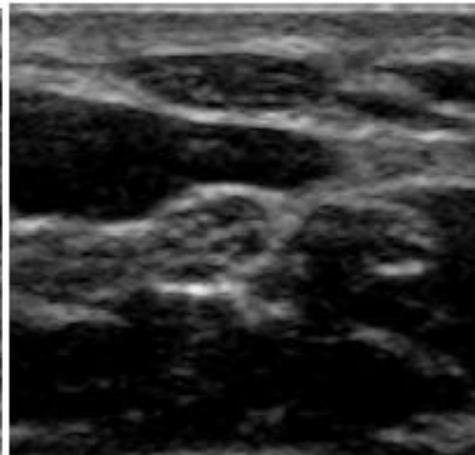
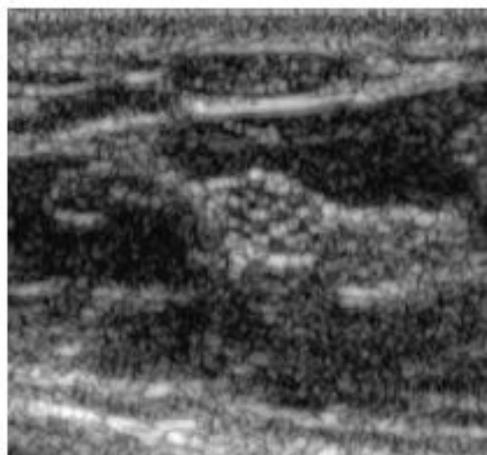
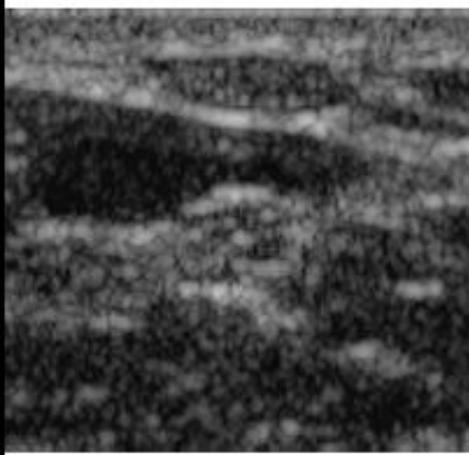
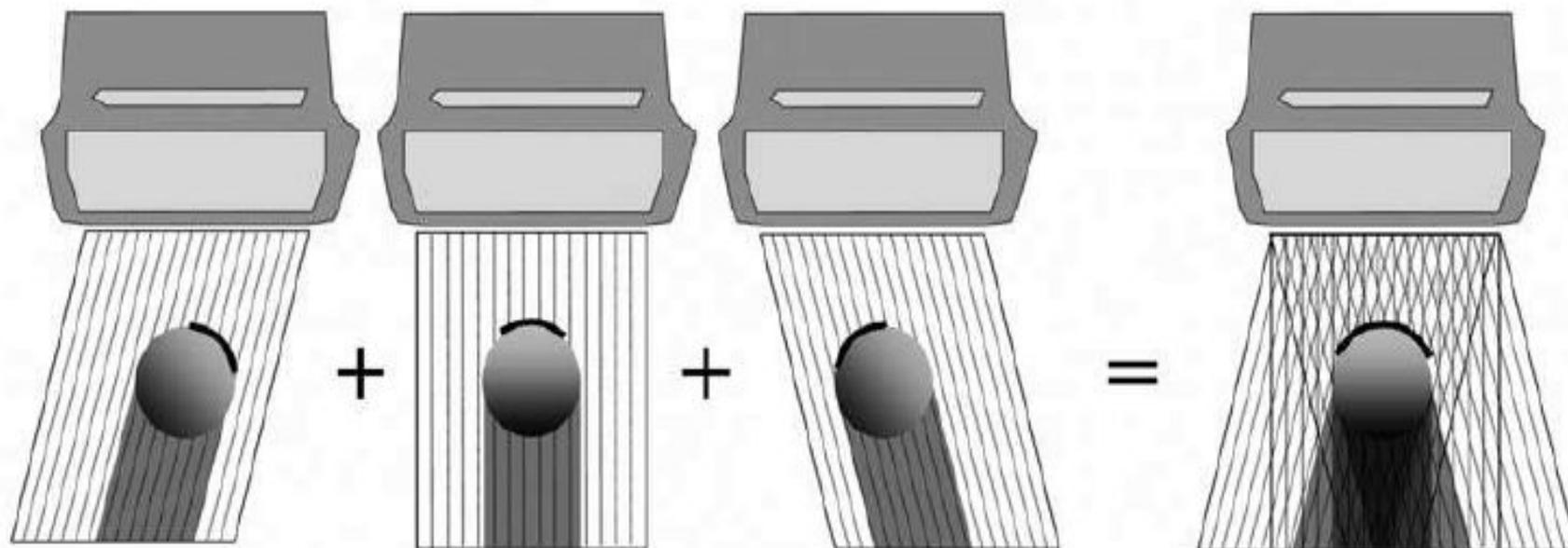
Сплошное эхо



Корпускулярное эхо



# Многолучевое сканирование

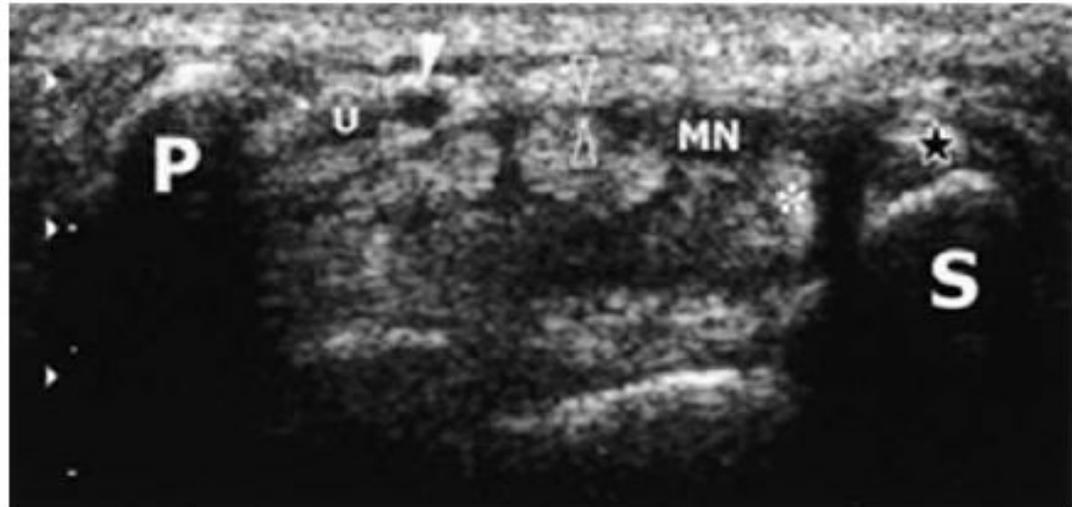


# Частота датчика и разрешение

Частота	Осевое разрешение
5 МГц	0,6 мм
7,5 МГц	0,4 мм
12 МГц	0,25 мм
20 МГц	0,15 мм
30 МГц	0,1 мм

- Низкочастотные датчики (3-5 МГц) – сканировать глубокие органы (печень, желчный пузырь, почки).
- Высокочастотные датчики (10-15 МГц) – позволяют сканировать поверхностные структуры, например, плечевое сплетение. Но глубина ограничена 3-4 -6 см.
- Среднечастотные датчики (4-7МГц) – более глубокие структуры, например, плечевое сплетение в подключичной области или седалищный нерв у взрослых.

7,6 МГц

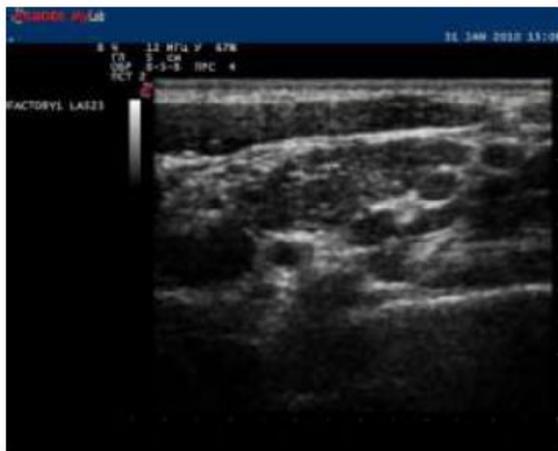


22 МГц

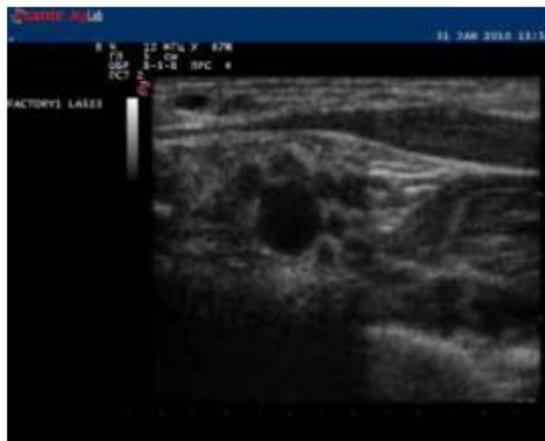


# Как различать нервы и мышцы?

**Знание анатомии!!!**



Плечевое сплетение – межлестничный промежуток



Плечевое сплетение – надключичная ямка



Срединный нерв – предплечье



Седалищный нерв – подъягодичная область



Седалищный нерв – подвертельная область



Седалищный нерв – подколенная ямка

# Алгоритм сканирования

Шаг 1. Датчик.

Шаг 2. Включение.

Шаг 3. Режим.

Шаг 4. Свет.

Шаг 5. Положение.

Шаг 6. Гель.

Шаг 7. Ориентиры.

Шаг 8. Глубина.

Шаг 9. Усиление.

- Хорошее качество изображения – 70% успеха процедуры.
- С чего начать? – Запомните 9 шагов и просто следуйте им.

Тщательная подготовка для повышения точности.

# Шаг 1.

**L38xi**



10-5мгц,  
линейный

**HFL38x**



13-6мгц,  
линейный

**HFL50x**



15-6мгц,  
линейный

**L25x**



13-6мгц,  
линейный

**C8x**



8-5мгц,  
конвексный

**C11x**



8-5мгц,  
конвексный

**C60x**



5-2мгц,  
конвексный

**ICTx**



8-5мгц,  
конвексный

**P21x**



5-1мгц,  
фазированный

**P10x**



8-4мгц,  
фазированный

**SLAx**



13-6мгц,  
линейный

**D2x**



2мгц,  
Pencil

Выберите нужный датчик.

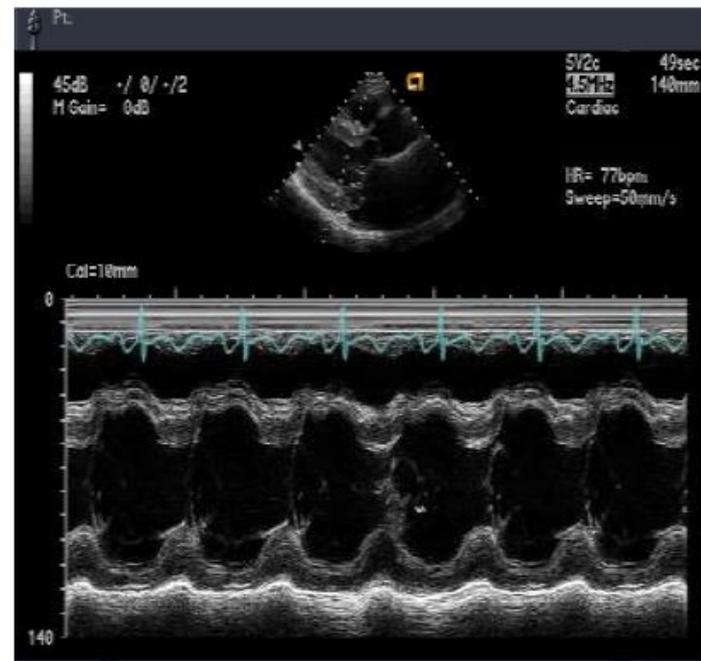
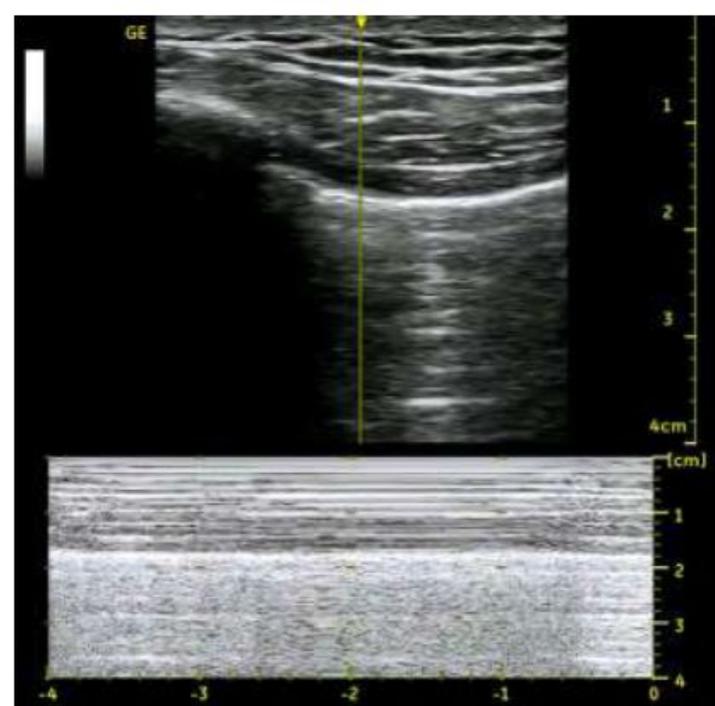
# В-режим (от английского brightness- яркость).



**В-режим** или «режим яркости» (англ., Brightness) - 2-х мерный режим — это методика, которую мы используем для диагностической визуализации. Сканирование в В-режиме преобразует амплитудные характеристики в изображение путем использования серошкального конвертера. Большинство сканеров в настоящее время строят изображения с 256 градациями серого, позволяя визуализировать тонкие различия в тканях/структурах. Присвоение оттенка серого каждому пикселю основывается на амплитуде сигнала отраженной волны от данной точки.

# М-режим или «режим движения» (от английского motion- движение)

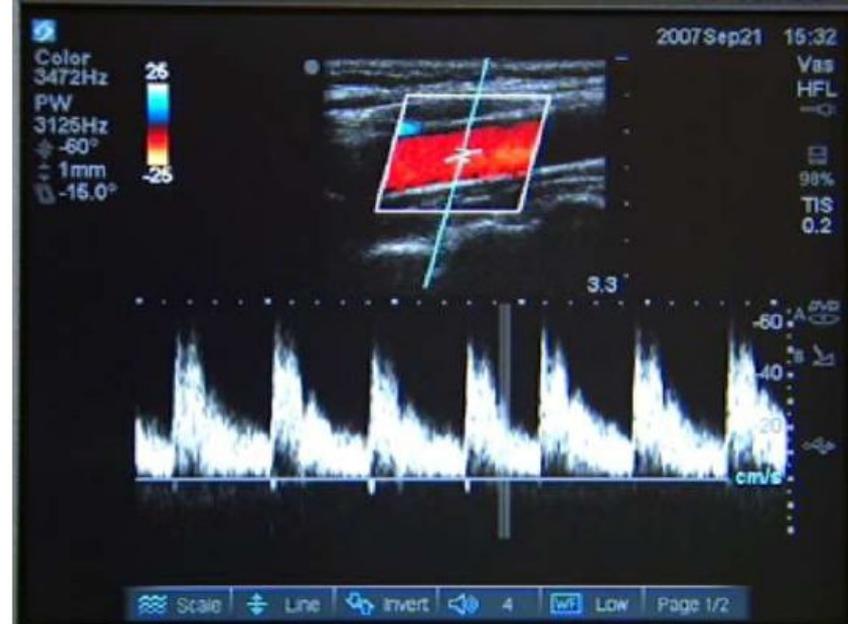
Одномерный режим ультразвукового сканирования (исторически первый ультразвуковой режим), при котором исследуются анатомические структуры в развертке по оси времени. Этот режим часто используют совместно со сканированием в В-режиме для изучения движения клапанов, для оценки размеров и сократительной функции сердца, или измерения/регистрации сердечной деятельности у плода. Множество новых аппаратов для экстренного ультразвукового обследования способны проводить исследование в М-режиме.



**D-режим** или «доплеровский режим» — это методика визуализации, основывающаяся на принципе доплеровского/частотного сдвига.

- **Цветное доплеровское картирование**
- **Энергетический доплер**
- **Потоковая спектральная доплерография**
- **Непрерывная (постоянноволновая) доплерография**
- **Импульсная ПСД**

# Потоковая спектральная доплерография (ПСД)



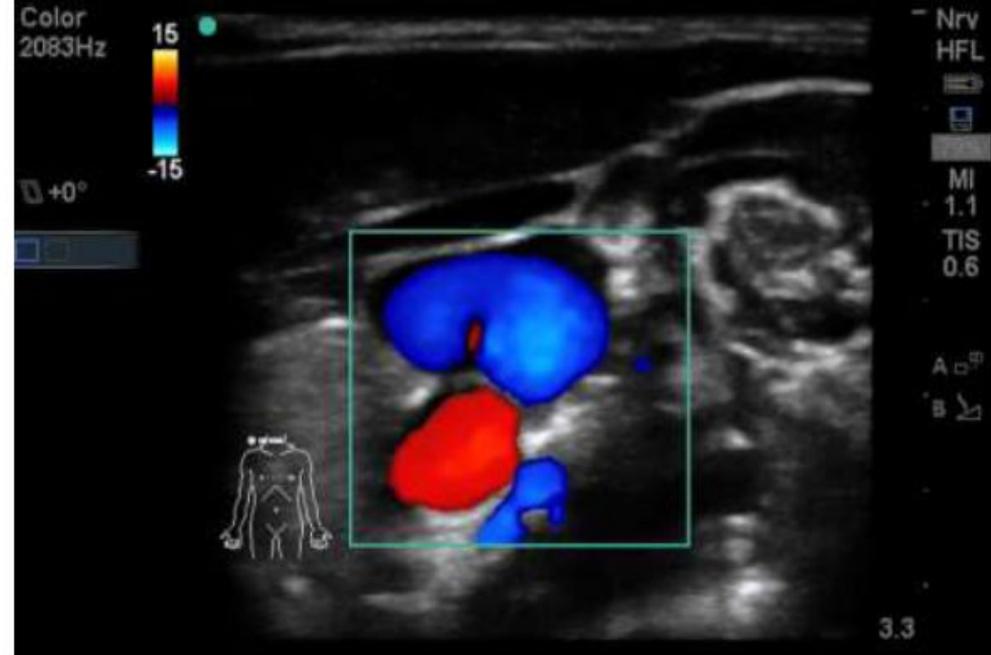
- Предназначена для оценки кровотока в относительно крупных сосудах и камерах сердца. Основным видом диагностической информации является спектрографическая запись, представляющая собой развертку скорости кровотока во времени. На таком графике по вертикальной оси откладывается скорость, а по горизонтальной — время. Сигналы, отображающиеся выше горизонтальной оси, идут от потока крови, направленного к датчику, ниже этой оси — от датчика. Помимо скорости и направления кровотока, по виду доплеровской спектрограммы можно определить характер потока крови: ламинарный поток отображается в виде узкой кривой с четкими контурами, турбулентный — широкой неоднородной кривой.

# Импульсная ПСД



*Импульсный доплер (PW, HFPW)* — импульсный доплер (Pulsed Wave или PW) применяется для количественной оценки кровотока в сосудах. На временной развертке по вертикали отображается скорость потока в исследуемой точке. Потoki, которые двигаются к датчику, отображаются выше базовой линии, обратный кровоток (от датчика) — ниже. Максимальная скорость потока зависит от глубины сканирования, частоты импульсов и имеет ограничение (около 2,5 м/с при диагностике сердца). Высокочастотный импульсный доплер (HFPW — high frequency pulsed wave) позволяет регистрировать скорости потока большей скорости, однако тоже имеет ограничение, связанное с искажением доплеровского спектра.

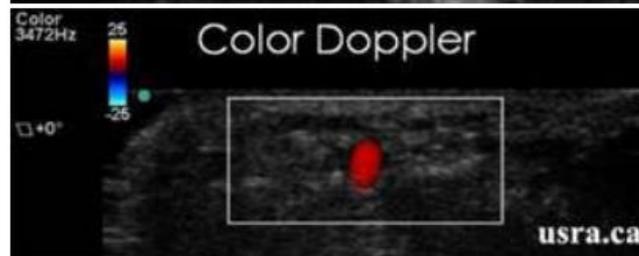
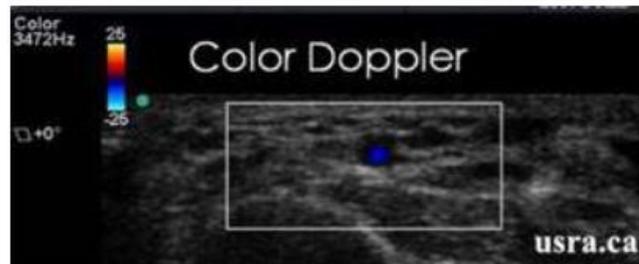
# Цветное доплеровское картирование (ЦДК) от английского Color Doppler Imaging (CDI).



*Color doppler (CFM или CFA)* — цветовой доплер (Color Doppler), color flow mapping (CFM) и color flow angiography (CFA).— выделение на эхограмме цветом (цветное картирование) характера кровотока в области интереса. Кровоток к датчику принято картировать красным цветом, от датчика — синим цветом. Цветовой доплер применяется для исследования кровотока в сосудах, в эхокардиографии.

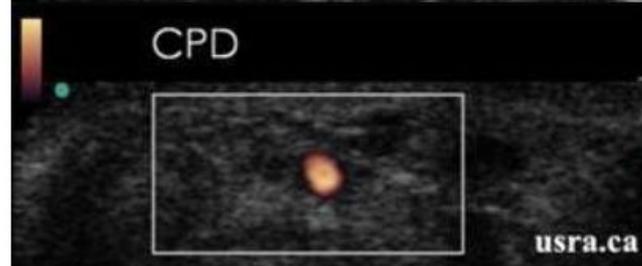
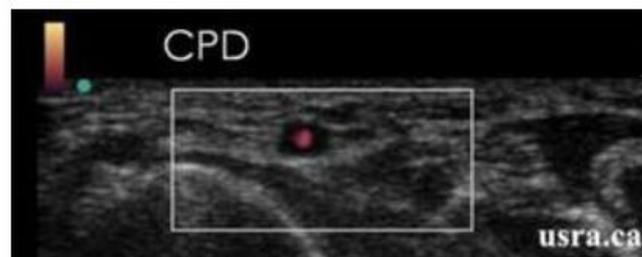
# Значение угла $\Theta$

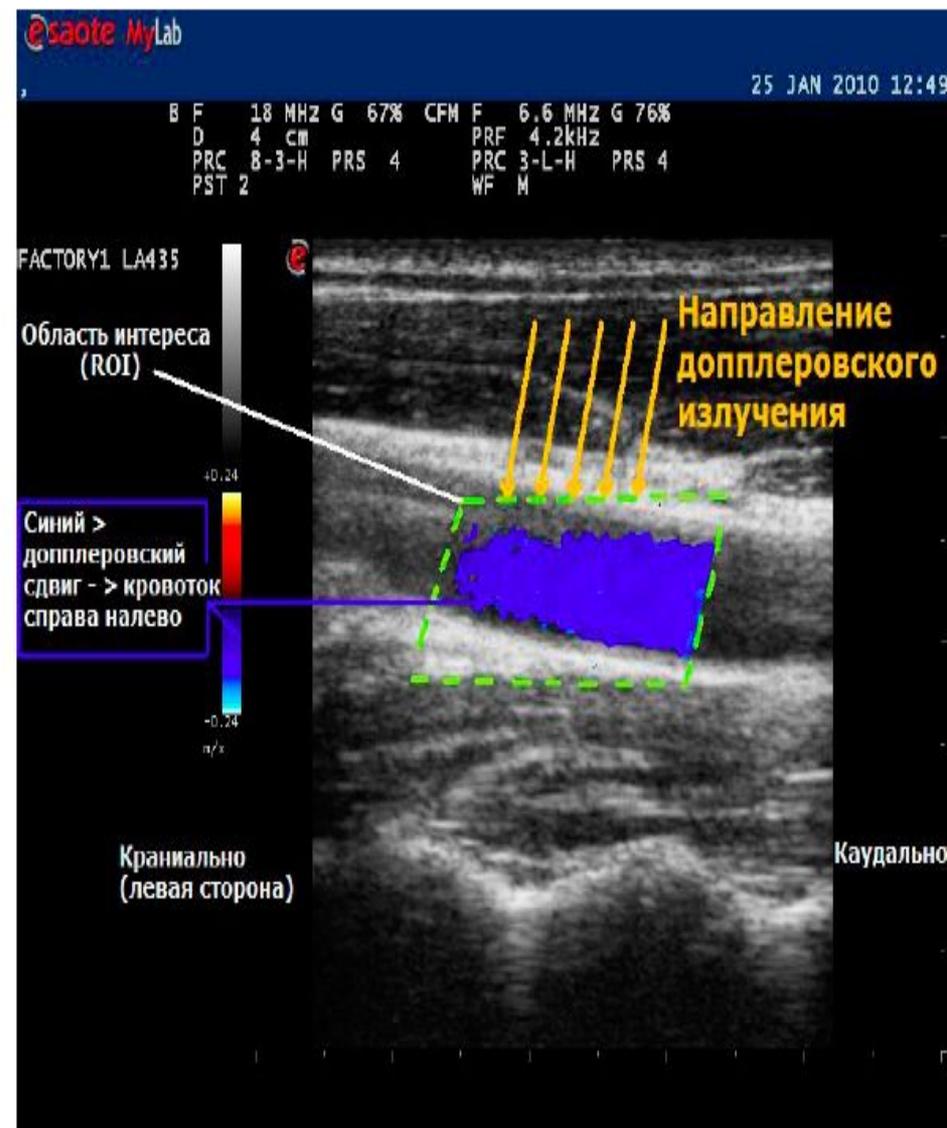
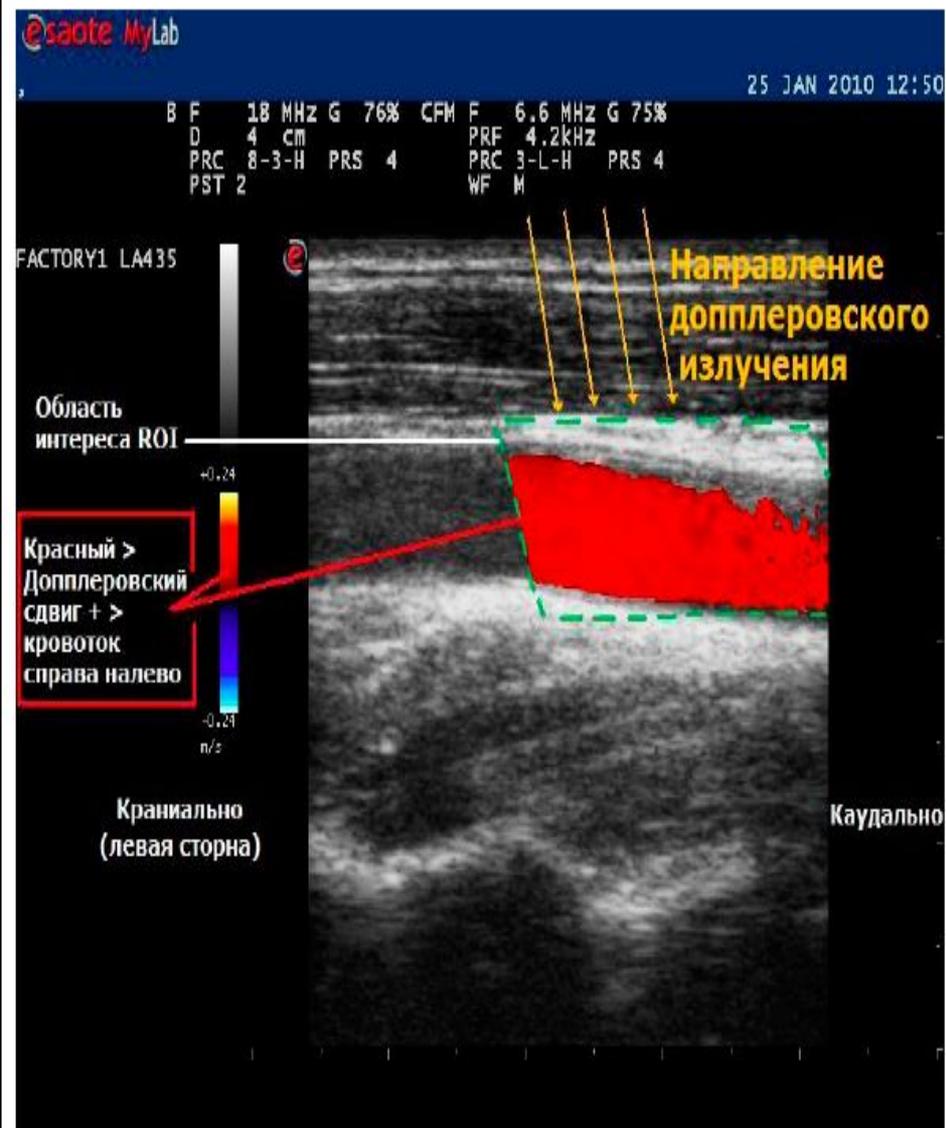
- Изменение частоты ( $\Delta f$ ) максимально, если  $\text{Cos } \Theta = 1$ , при ( $\Theta = 60^\circ$ )
- Изменение частоты ( $\Delta f$ ) отсутствует, если  $\text{Cos } \Theta = 0$ , при  $\Theta = 90^\circ$ .



• **Красный** – это не всегда артерия

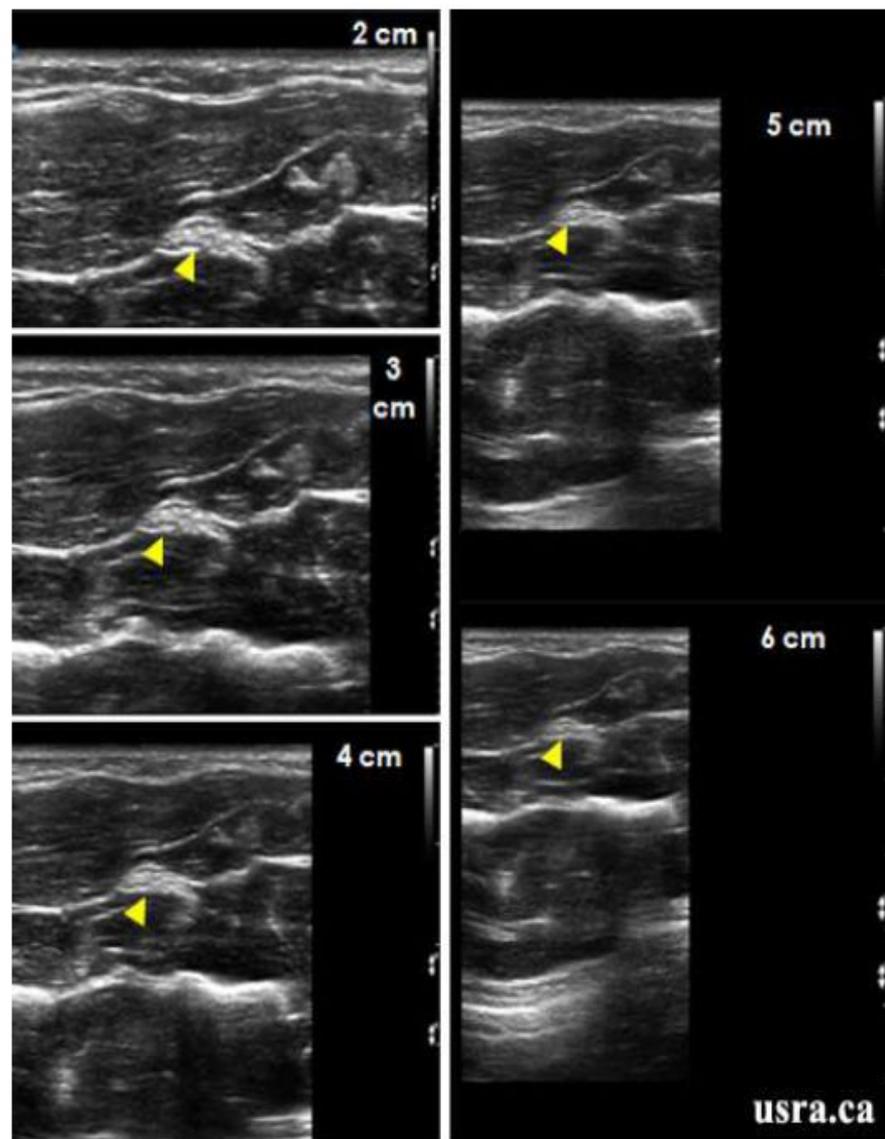
• **Синий** – это не всегда вена!





Красный не всегда артерия, а синий не всегда вена.

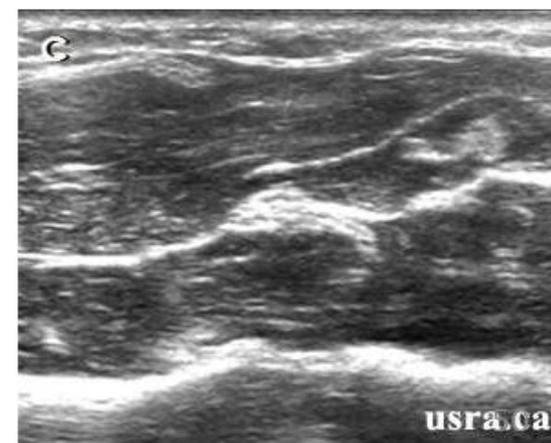
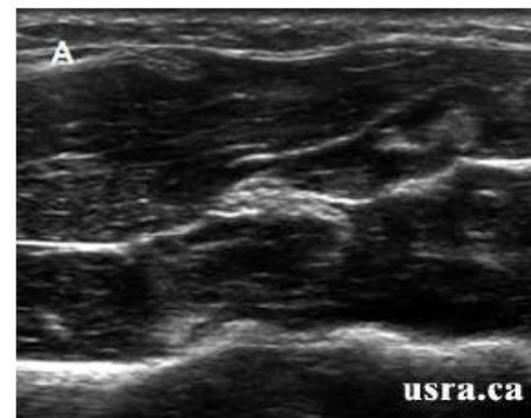
- Настройте глубину визуализации (depth).



- **Настройка усиления (gain)** позволяет добиться оптимальной интенсивности отраженного эхо-сигнала, отображенного на экране аппарата. Другими словами, увеличивая усиление, вы увеличиваете яркость всего ультразвукового поля



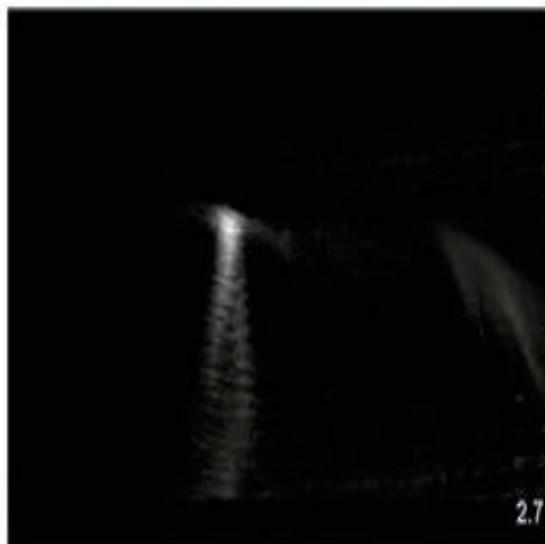
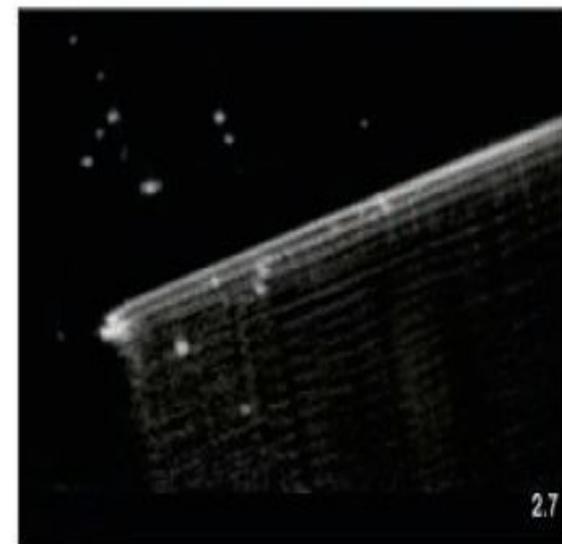
**Регуляторы временной компенсации усиления (time gain compensation, TGC)** ультразвукового аппарата позволяют оператору настроить усиление на различной глубине.



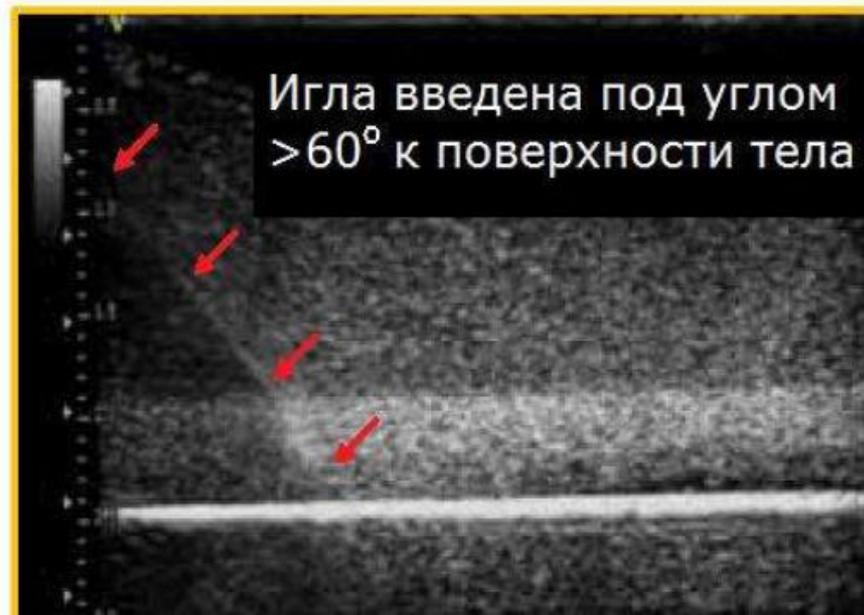
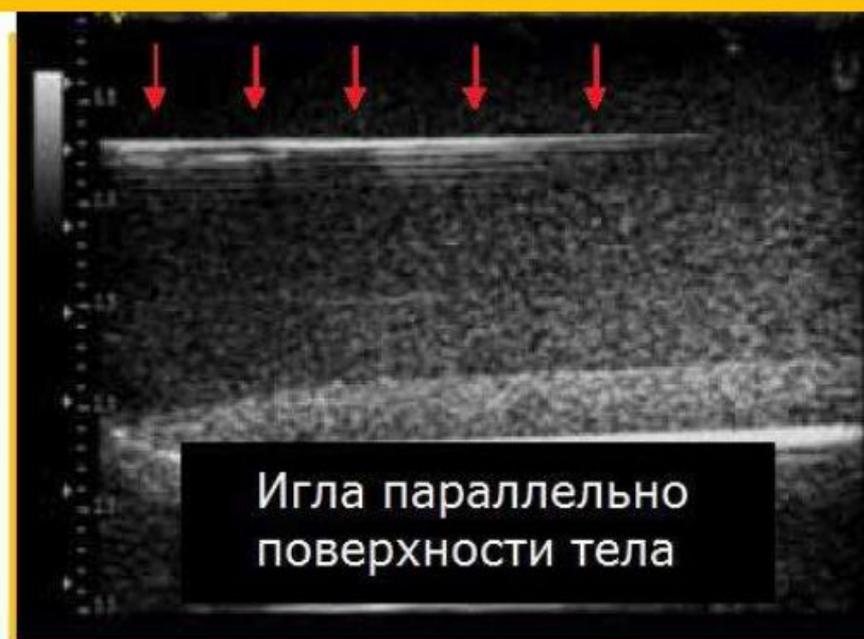
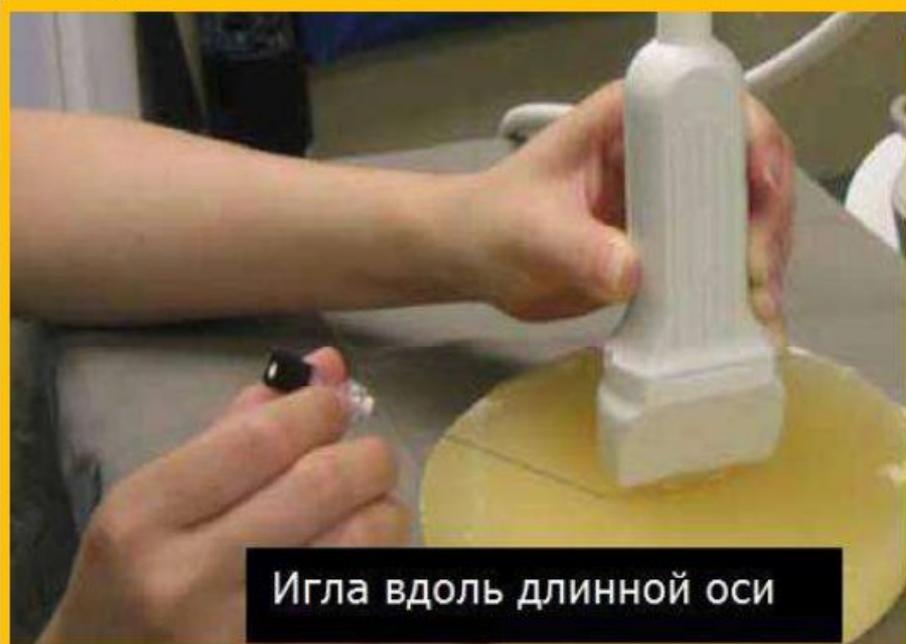


- Вдоль длинной оси
- Вся игла
- Сложно удержать
- Плоскость датчика?

- Вдоль короткой оси
- Срез иглы
- Сложно оценить глубину
- Фронтальные смещения



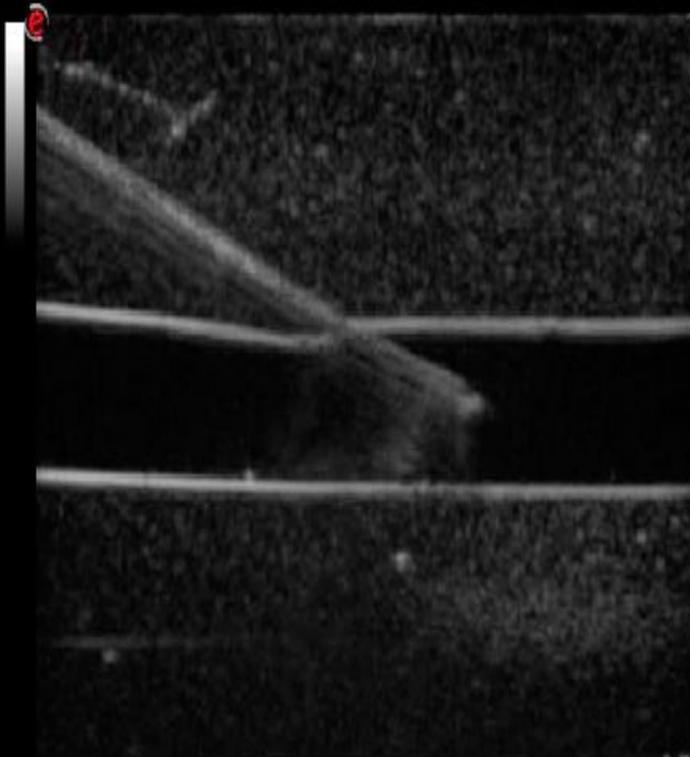
# Визуализация иглы – зависимость от угла вкола



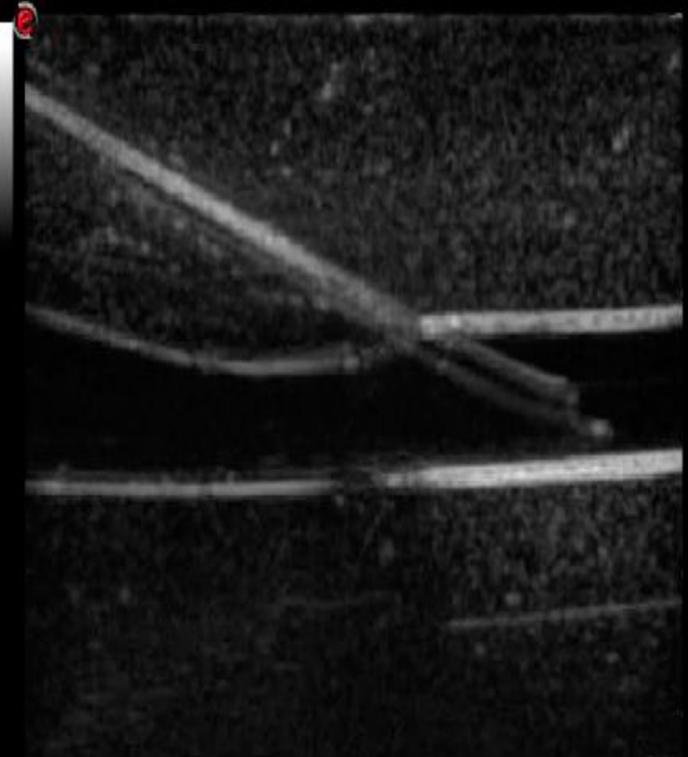
В Ч 12 МГц У 73%  
ГЛ 4 см  
ОБР 20-5-Н ПРС 5  
ПСТ 4

В Ч 12 МГц У 73%  
ГЛ 4 см  
ОБР 20-5-Н ПРС 5  
ПСТ 4

FACTORY LA523



FACTORY LA523



Tuohy, 22G

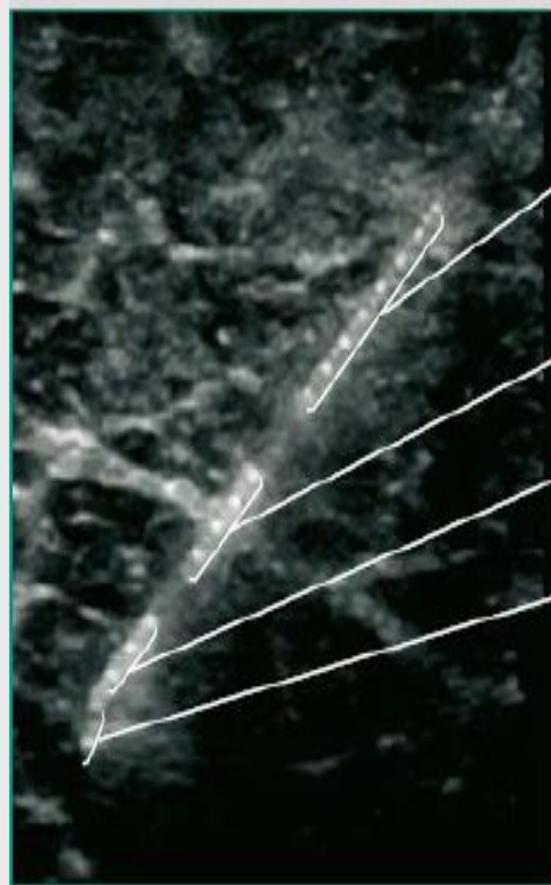
Tuohy, 16G

- Тело иглы визуализируется лучше, чем ее наконечник и видимость по длинной оси лучше, чем по короткой ( $LAX > SAX$ ).
- Иглы с большим диаметром визуализируются лучше.
- Изолированная игла видна лучше, чем не изолированная.
- Стиллет не влияет на визуализацию иглы.
- Визуализация кончика и тела иглы ухудшается по мере того, как угол введения увеличивается (становится круче), причем визуализация тела иглы страдает больше.
- Кончик иглы при сканировании вдоль длинной оси виден лучше при угле  $< 30$  град.
- Кончик иглы при сканировании вдоль короткой оси виден лучше при угле  $> 60$  град.
- Заполнение иглы воздухом или раствором – не меняет видимость иглы.



# Стимуплекс Ultra 30° New

Ультразвуковое отображение



УЗ-код

Длинный

Короткий

Короткий

Кончик

Схема строения иглы



УЗ-отражатели под покрытием иглы

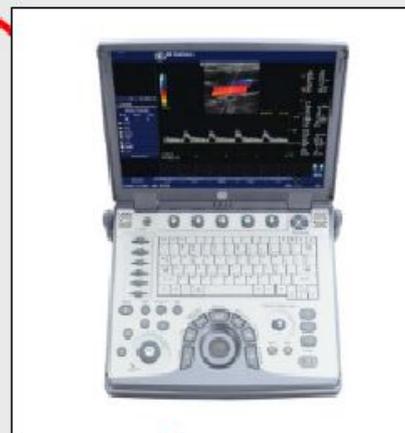
# ПРОВОДНИКОВАЯ АНЕСТЕЗИЯ:

## НАВИГАЦИЯ С ДВУХСТОРОННИМ КОНТРОЛЕМ



Нейростимуляция

Ультразвук



Функциональная информация

Анатомическая информация



# Стерильность



# Стерильность

