

Лекция. Интроскопия

- 1. Основные понятия, методы, физическая сущность**
- 2. Техническое обеспечение медицинской интроскопии.**
- 3. Общие принципы системы медицинской интроскопии**
- 4. Рентгенодиагностика**
- 5. Компьютерная томография**

Основные понятия интроскопии

- рентгенодиагностика (рентгенология),
- радионуклидная диагностика,
- ультразвуковая диагностика, магнитно-
- резонансная диагностика, медицинская
- термография (тепловидение)
- и т.н.
- интервенционная радиология

- **Медицинская интроскопия –**
- (от лат. Intro - внутри, внутрь и скопия – наблюдение),
- визуальное наблюдение предметов, объектов, явлений и процессов в оптически непрозрачных телах и средах

Техническое обеспечение интроскопии

- **Медицинская интроскопия** – раздел диагностики, связанный с использованием методов и устройств для исследования внутренних органов пациентов, которые не могут быть проанализированы визуально.
- Возможности такого анализа связаны с использованием для получения невидимых изображения различных физических полей и воздействий

Общие принципы системы медицинской интроскопии

Томография

- Одним из наиболее информативных методов интроскопии является томография, дающая намного больше информации о каждом элементарном объеме исследуемого объекта, чем другие известные методы диагностики.
- Термин "томография" произошел от двух греческих слов: **τομος** - сечение и **γραφος** - пишу и означает **послойное** исследование структуры различных объектов.

Виды томографии

- Существует несколько видов томографии: **рентгеновская, электронно-лучевая, магнитно-резонансная, позитронно-эмиссионная, ультразвуковая, оптическая когерентная томография** и др. Но суть всех видов томографии одинака: по суммарной информации (например, интенсивности на детекторах или интенсивности эхо-сигнала), полученной от некоторого сечения вещества, нужно определить локальную информацию, а именно плотность вещества в каждой точке сечения.

Рентгеновская компьютерная томография (КТ)

- Среди всех существующих томографических методов особого успеха достигла радиационная (рентгеновская) компьютерная томография (КТ). Предпосылкой её появления послужили недостатки обычной рентгенографии, породившие идею получения не одного, а ряда снимков, выполненных под разными ракурсами, и определения по ним путём математической обработки плотностей исследуемого вещества в ряде сечений.

Конфигурация компьютерного томографа

- В состав любого КТ-сканера входят следующие основные блоки:
- 1. гентри со столом пациента и блоками управления;
- 2. высоковольтный генератор;
- 3. вычислительная система;
- 4. консоль оператора.

Схема рентгеновской компьютерной томографии

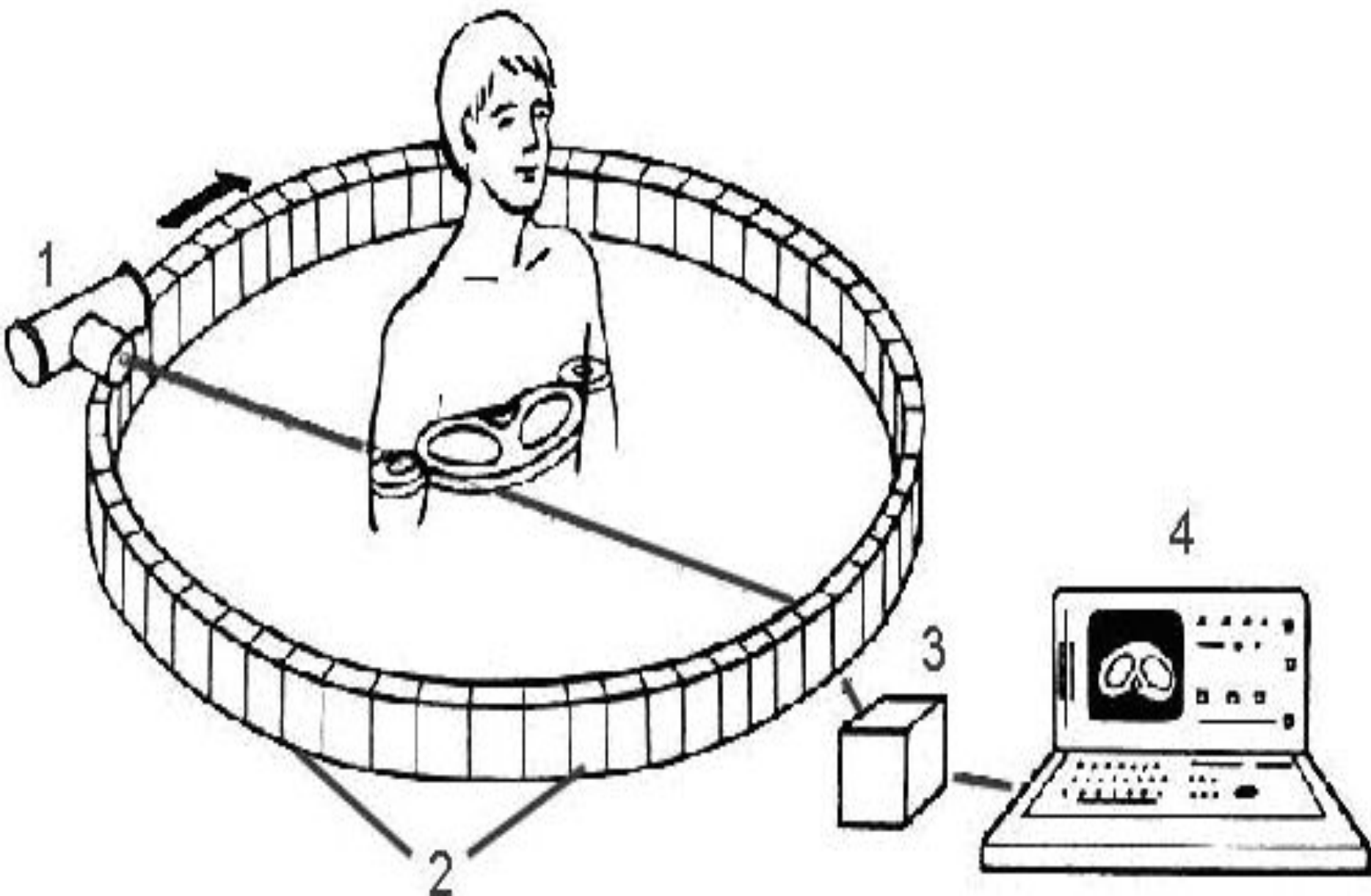


Схема рентгеновской компьютерной томографии

- В состав рентгеновского компьютерного томографа входят:
- 1 – излучатель;
- 2 – круговой ячеистый детектор;
- 3 – компьютер;
- 4 – система получения изображения

Компьютерный томограф,

- **Компьютерный томограф**, устройство для исследования внутренней структуры объекта (органов человека, промышленных изделий и других) путем получения с помощью вычислительных методов его послойных изображений (томограмм) в результате просвечивания различными видами излучения (томография). Разработан в 1963 в США А. Кормаком.

Современный компьютерный томограф фирмы Siemens Medical Solutions



генти

Состав гентри

- Внутри гентри расположены блоки, обеспечивающие сбор данных: рентгеновская трубка и коллиматоры, детекторы и система сбора данных, контроллер трубки (контроллер движения ротора), генератор высоких частот, встроенный микрокомпьютер (регулирующий напряжение и ток на трубке), компьютер, обеспечивающий обмен данными с консолью.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

- Магнитно-резонансная томография (МРТ) - это метод отображения, основанный на явлении ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) и используемый преимущественно для медицинских исследований. Ее преимущество перед КТ состоит в более высокой разрешающей способности, большей контрастности изображений, возможности получения срезов в различных плоскостях и отсутствии гамма-лучевого воздействия на пациента. МРТ по сравнению с КТ позволяет составить более чёткое представление об объёме и неравномерности распространения опухолей.

Физические основы МРТ

- Для проведения ЯМР исследования необходимо поместить объект в мощное, статическое и однородное в пространстве (в идеальном случае) магнитное поле, создающее внутри тканей изображаемого объекта макроскопическую ядерную намагниченность. Чаще всего в МРТ используются протоны водорода ${}^1\text{H}$ по двум причинам: высокой чувствительности к МР сигналу и их высокому естественному содержанию в биологических тканях.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

- **ПЭТ** - метод медицинской визуализации (радиоизотопной диагностики), основанный на применении радиофармпрепаратов (РФП), меченных изотопами - позитронными излучателями, попадающими в организм обследуемых путем инъекции водного раствора. После эмиссии из ядра атома позитрон проходит в окружающих тканях расстояние, равное 1-3 мм, теряя энергию при соударении с другими молекулами.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

- В момент остановки позитрон соединяется с электроном, происходит аннигиляция: масса обеих частиц переходит в энергию - излучаются два высокоэнергетических гамма-кванта, разлетающихся в противоположные стороны. В позитронно-эмиссионном томографе происходит регистрация этих гамма-квантов с помощью нескольких колец детекторов, окружающих пациента.

Ультразвуковая томография

- метод получения послойного изображения посредством анализа эхо-сигнала, отраженного от внутренних структур тела человека. Послойное ультразвуковое изображение получают путем развертки ультразвукового луча, в связи с чем данный метод иногда называют ультразвуковым сканированием. Ультразвуковая томография - распространенный и доступный вид исследования, отличающийся высокой информативностью, экономичностью, отсутствием радиационного облучения пациента.

Установка медицинской эхографии Toshiba SSA-270A



Физические основы

- Физическая основа УЗИ - пьезоэлектрический эффект. При деформации монокристаллов некоторых химических соединений (кварц, титанат бария) под воздействием ультразвуковых волн, на поверхности этих кристаллов возникают противоположные по знаку электрические заряды - **прямой пьезоэффект**. При подаче на них переменного электрического заряда, в кристаллах возникают механические колебания с излучением ультразвуковых волн - **обратный пьезоэффект**.

Распространение ультразвука

- Ультразвук распространяется в средах в виде чередующихся зон сжатия и расширения вещества. Звуковые волны, в том числе и ультразвуковые, характеризуются;

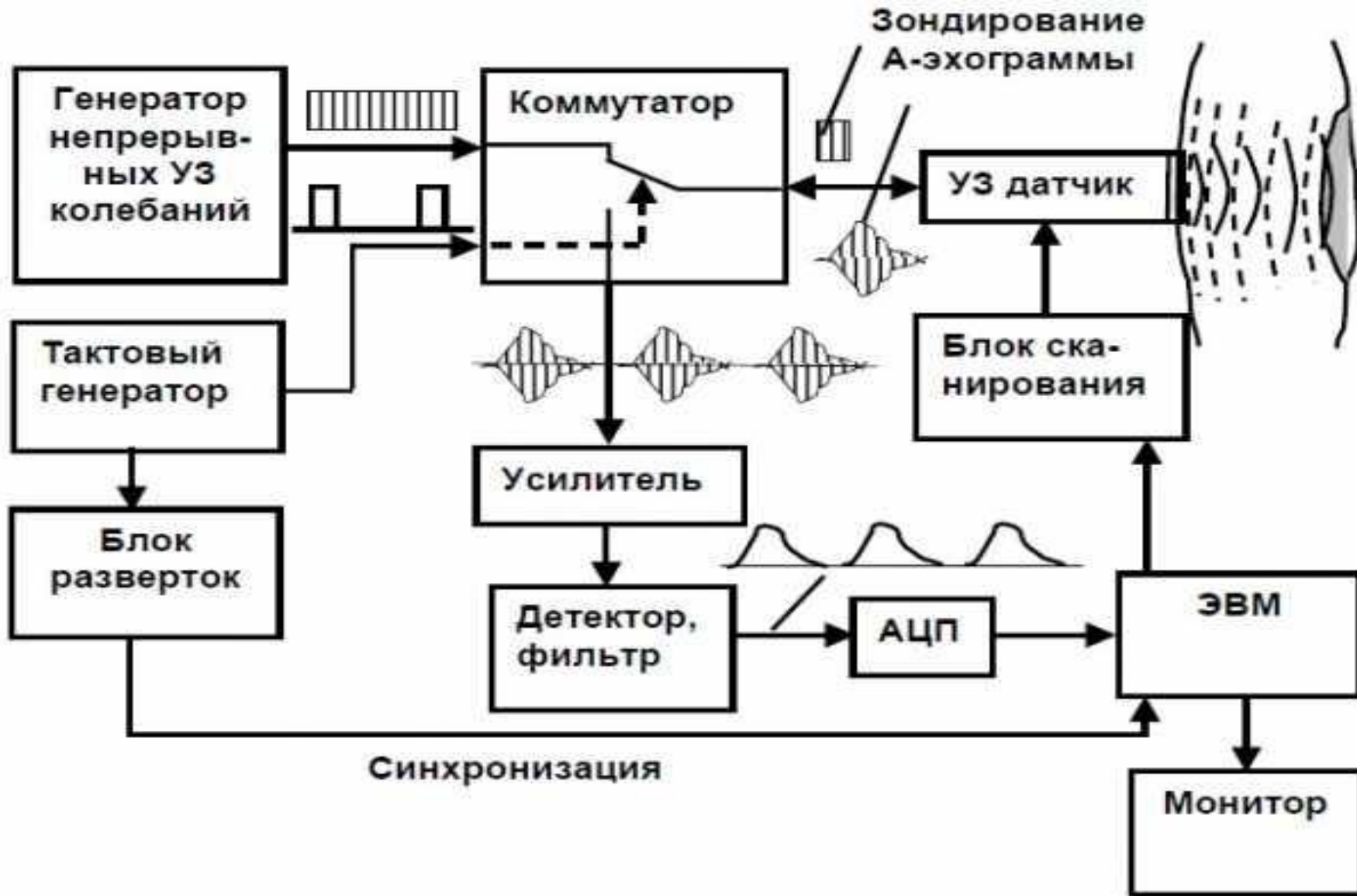
- **Периодом колебания (T)** - временем, за которое молекула (частица) совершает одно полное колебание; **Частотой $\nu = 1/T$** - числом колебаний в единицу времени;

Длиной волны λ - расстоянием, на которое распространяется волна за время, равное периоду колебаний: $\lambda = \nu \cdot T = \nu / \nu$.

Скорость распространения ультразвука

- Скорость распространения ультразвука зависит, прежде всего, от упругости и от плотности ткани. Любая среда, в том числе и ткани организма, препятствует распространению ультразвука, то есть обладает различным **акустическим сопротивлением**, величина которого зависит от их плотности и скорости распространения звуковых волн.

Структурная схема аппарата УЗИ



Составляющие системы ультразвуковой диагностики

- Генератором ультразвуковых волн является датчик, который одновременно играет роль приемника отраженных эхосигналов. Генератор работает в импульсном режиме, посылая около 1000 импульсов в секунду. В промежутках между генерированием ультразвуковых волн пьезодатчик фиксирует отраженные сигналы.

Ультразвуковой датчик

- В качестве детектора или трансдюсора применяется сложный датчик, состоящий из нескольких сотен мелких пьезокристаллических преобразователей, работающих в одинаковом режиме. В датчике вмонтирована фокусирующая линза, что дает возможность создать фокус на определенной глубине.

Линейные датчики



Применение линейных датчиков

- Линейные датчики используют частоту 5-15 МГц. Преимуществом линейного датчика является полное соответствие исследуемого органа положению датчика на поверхности тела и получение изображения исследуемой зоны с высокой разрешающей способностью, однако глубина сканирования достаточно мала (не более 11 см). Недостаток линейных датчиков - сложность обеспечения равномерного прилегания его поверхности к коже пациента, что приводит к искажениям получаемого изображения по краям.

Спектральный Допплер общей каротидной артерии



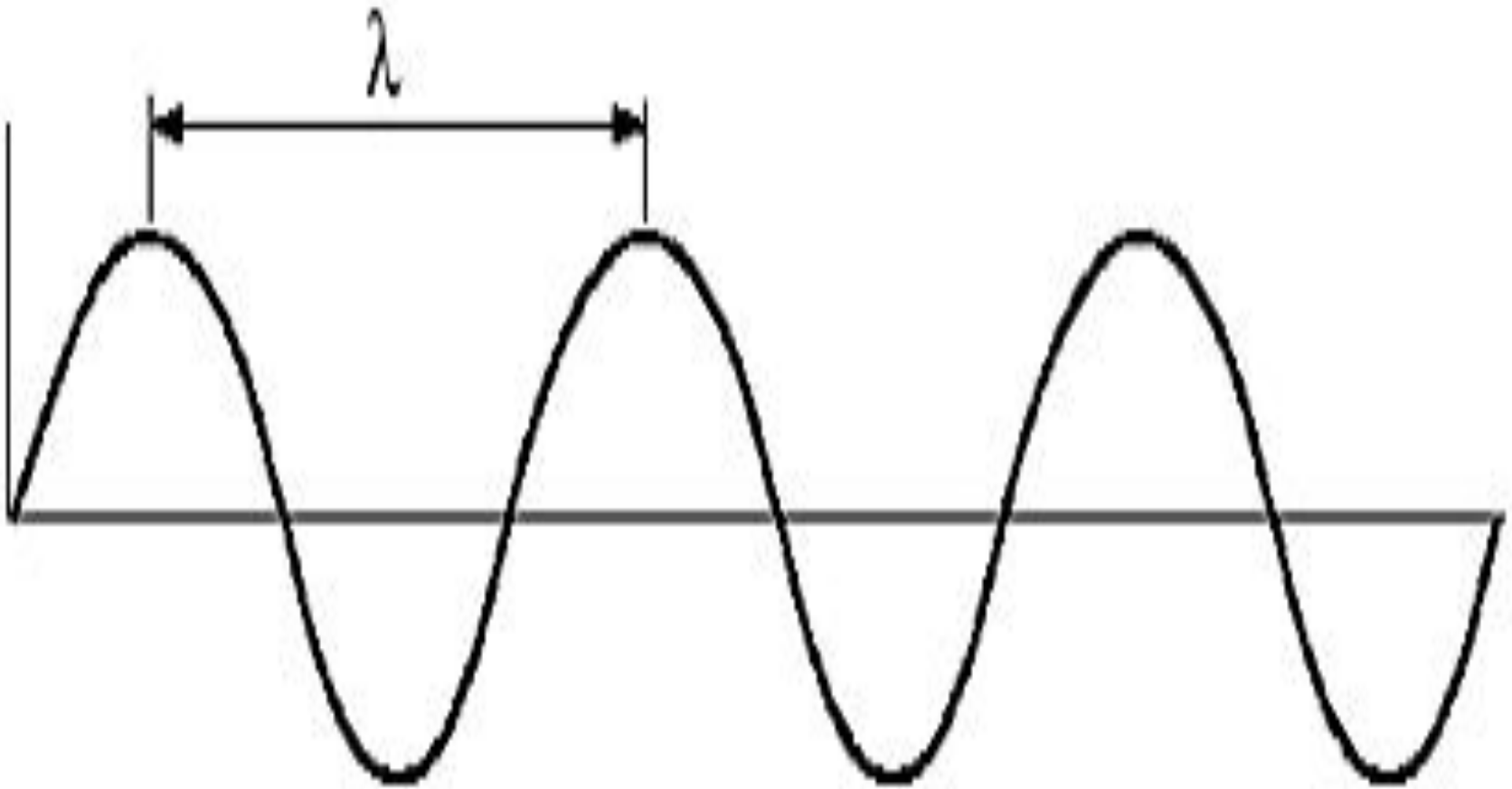
Технология УЗИ-исследования

- Понимание принципа работы ультразвуковой диагностической установки, знание основ физики ультразвука и его взаимодействия с тканями тела человека помогут избежать механического, бездумного использования прибора, и, следовательно, более грамотно подходить к процессу диагностики.

Природа ультразвука

- Ультразвук — это механическая продольная волна, в которой колебания частиц находятся в той же плоскости, что и направление распространения энергии (рис. 1). Волна переносит энергию, но не материю. В отличие от электромагнитных волн (свет, радиоволны и т.д.) для распространения звука необходима среда — он не может распространяться в вакууме. Как и все волны, звук можно описать рядом параметров.

Ультразвуковая волна



Скорость распространения ультразвука в организме

- Усредненная скорость распространения ультразвука в тканях тела человека составляет 1540 м/с - на эту скорость запрограммировано большинство ультразвуковых диагностических приборов.
- Скорость распространения ультразвука (v), частота (ν) и длина волны (λ) связаны между собой следующим уравнением:

- $v = \nu \cdot \lambda$

Акустическое сопротивление

- Акустическое сопротивление - это произведение значения плотности среды и скорости распространения ультразвука. Сопротивление (Z) численно равно произведению плотности (ρ) среды на скорость распространения (v):

- $Z = \rho \cdot v$

Ультразвуковые импульсы

- Для получения изображения в ультразвуковой диагностике используется ультразвук, который излучается трансдьюсером в виде коротких импульсов (импульсный). Он генерируется при приложении к пьезоэлементу коротких электрических импульсов. Для характеристики импульсного ультразвука используются дополнительные параметры.

Параметры импульса ультразвука

- **Частота повторения импульсов** — это число импульсов, излучаемых в единицу времени (секунду). Частота повторения импульсов измеряется в герцах (Гц) и килогерцах (кГц).
- **Продолжительность импульса** — это временная протяженность одного импульса измеряется в секундах (с) и микросекундах (мкс).

Амплитуда ультразвуковой ВОЛНЫ

- **Амплитуда** ультразвуковой волны - это максимальное отклонение наблюдаемой физической переменной от среднего значения.
- **Интенсивность** ультразвука — это отношение мощности волны к площади, по которой распределяется ультразвуковой поток. Измеряется в ваттах на квадратный сантиметр ($\text{Вт}/\text{см}^2$).