

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ИЗОБРАЖЕНИЯ

С физической точки зрения большинство изображений, с которыми приходится сталкиваться на практике, представляют собой зарегистрированное некоторым специальным датчиком (сенсором) двумерное распределение интенсивности *электромагнитного излучения*, отраженного объектом регистрации или прошедшее сквозь него. Помимо электромагнитного излучения, часто встречающимися источниками изображений являются *акустические* и *ультразвуковые* волны, электронные пучки (в области электронной микроскопии), а также различные двумерные *поля дальностей и скоростей*, формируемые на основе анализа электромагнитных сигналов, но не содержащие непосредственно значения электромагнитных характеристик. В последние годы в области *нанотехнологий* возник новый интересный тип измерительных устройств – *контактные микроскопы* с молекулярным и даже атомарным разрешением. Они также являются источниками двумерных информационных «измерительных» полей.

ДИАПАЗОНЫ ДЛИН ВОЛН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



Тип излучения	Длина волны (м)	Энергия фотона (эВ)
Гамма-излучение		
Рентгеновское излучение		
Ультрафиолетовое излучение		
Видимый свет		
Инфракрасное излучение		
Микроволновое излучение (СВЧ)		
Радиоволны		

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛН ВИДИМОЙ ЧАСТИ СПЕКТРА И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ

Тип излучения	Длина волны (м)	
Ближнее инфракрасное излучение		3,0
Красный свет максимальной длины волны в видимой области		3,9
Оранжевый свет		4,9
Желтый свет		5,1
Зеленый свет		5,6
Голубой свет		6,5
Синий свет минимальной длины волны видимой области		7,5
Ближнее ультрафиолетовое излучение		10

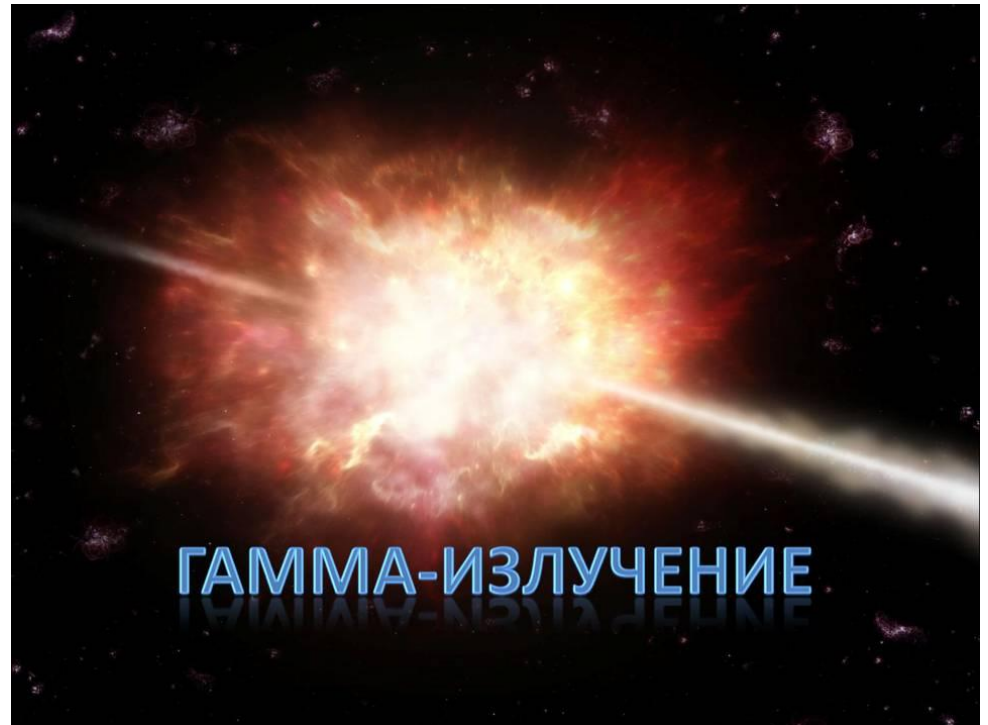
ИЗОБРАЖЕНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Гамма-излучение (гамма-лучи, γ -лучи) - вид электромагнитного излучения с чрезвычайно малой длиной волны. Гамма-лучи - это форма самой высокой энергии.

Гамма-квантами являются фотоны с высокой энергией. На шкале электромагнитных волн гамма-излучение граничит с рентгеновским излучением, занимая диапазон более высоких частот и энергий. Гамма-излучение испускается при переходах между возбуждёнными состояниями атомных ядер при ядерных реакциях, а также при отклонении энергичных заряженных частиц в магнитных и электрических полях. Открыто Полем Виллардом в 1900 году при изучении излучения радия.

Используются:

- в медицинской радиологии;
- астрономических наблюдениях.



РЕНТГЕНОВСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Рентгеновские изображения используются в медицине, системах промышленного технического контроля и различных системах обеспечения безопасности.

В медицине активно используют два вида рентгеновских изображений:

- традиционные *рентгенограммы*, являющиеся проекцией рентгеновского излучения, прошедшего сквозь тело пациента, на которых хорошо видно состояние и расположение костей скелета, суставов и внутренних органов человека;
- *томографические изображения*, представляющие собой набор пространственных «срезов» человеческого тела, характеризующийся гораздо более высокой четкостью и точностью локализации различных органов и образований.

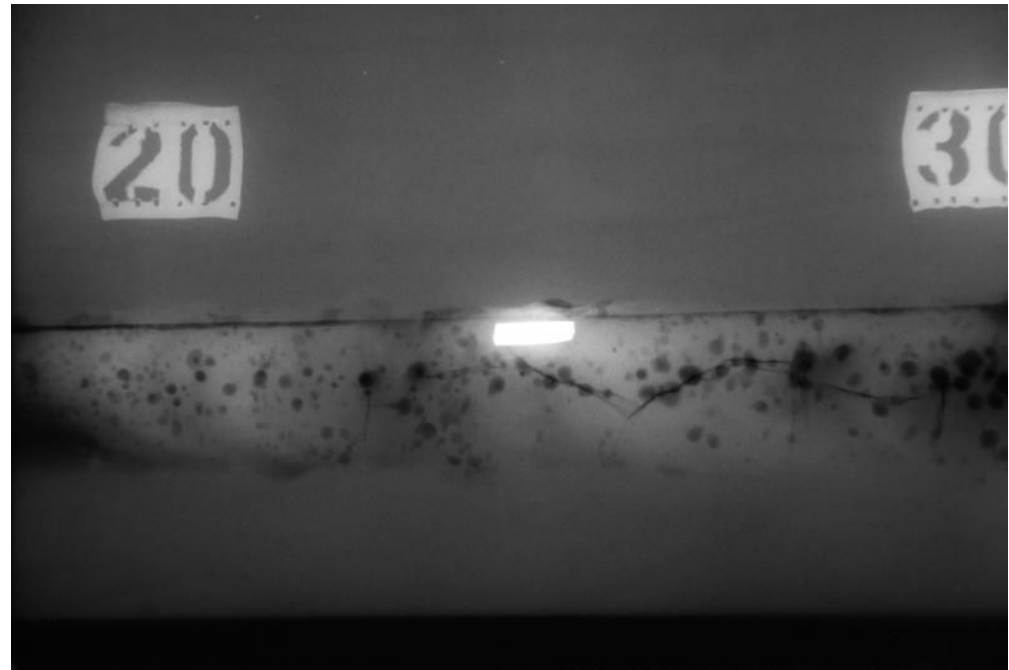


РЕНТГЕНОВСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

В промышленности рентгеновские изображения используются в системах неразрушающего контроля для определения скрытых дефектов различных деталей и изделий.

В системах безопасности рентгеновские изображения используются в качестве детекторов различных металлических и других предметов при входном и выходном контроле в различных местах массового прохода людей и провоза товаров. Например, в аэропортах, вокзалах, в проходных предприятия.

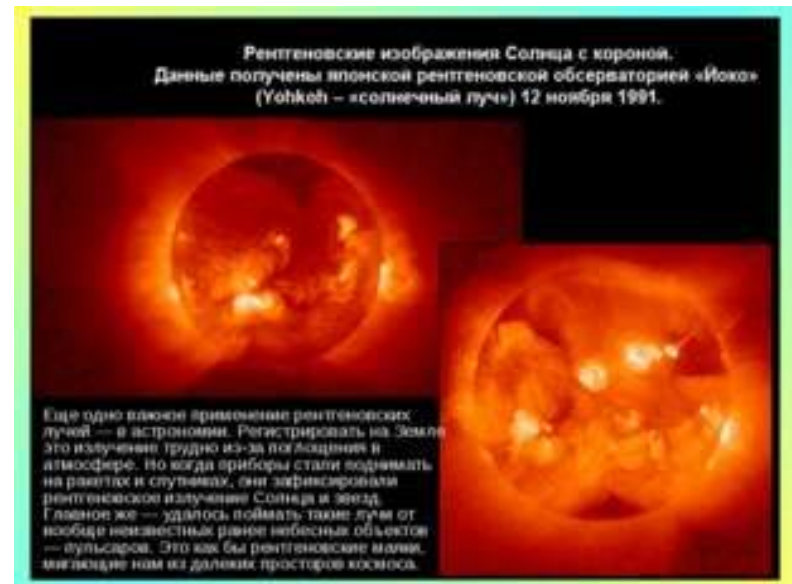
В астрономии



ЦИФРОВЫЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

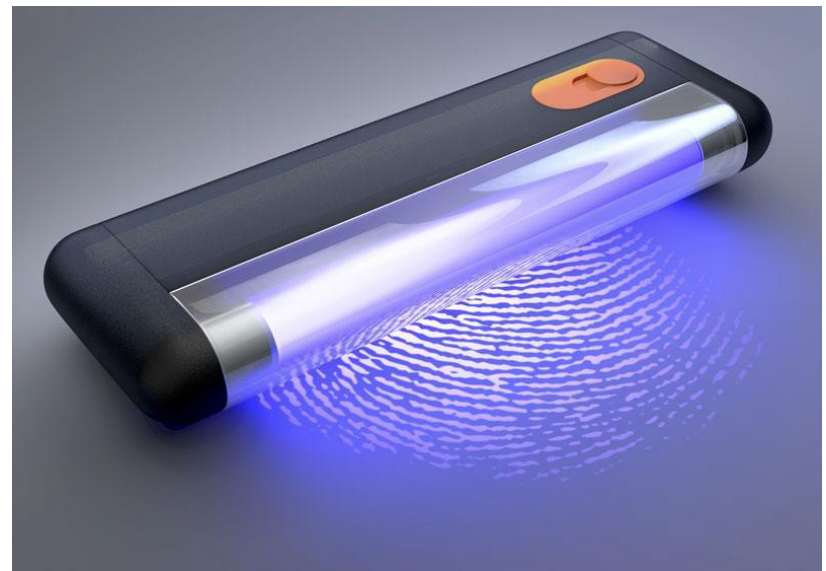
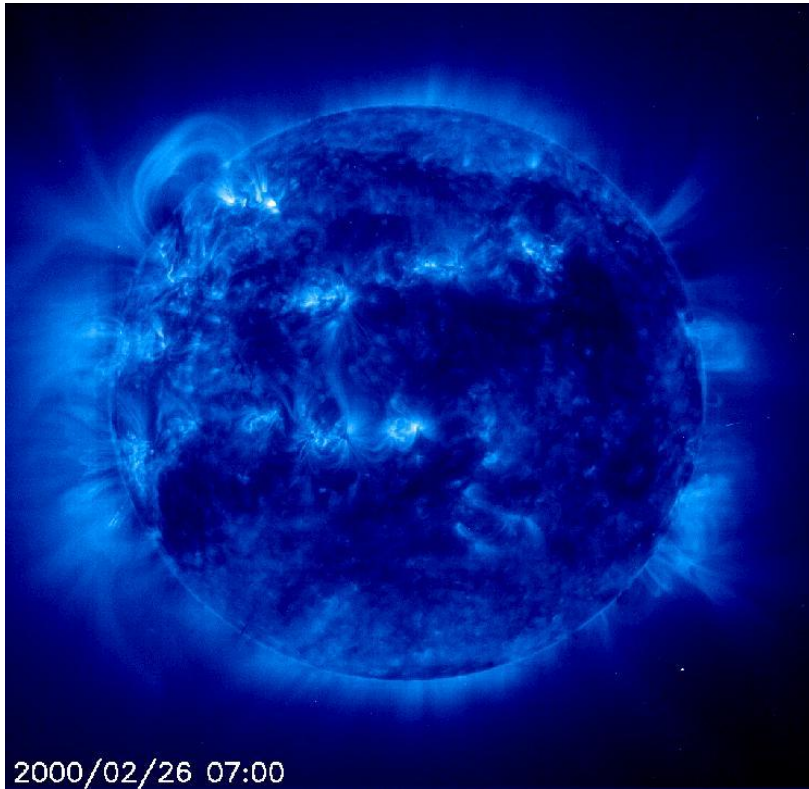
Цифровые рентгеновские изображения формируются двумя основными способами:

- путем оцифровки традиционных *рентгеновских пленок*;
- путем непосредственной регистрации светового излучения, порождаемого специальным *рентгеновскими экранами*, переводящими рентгеновское излучение в световое



УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Ультрафиолетовые изображения используются в производственном контроле, микроскопии, лазерной технике, медицинских и астрономических наблюдениях.



ИНФРАКРАСНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

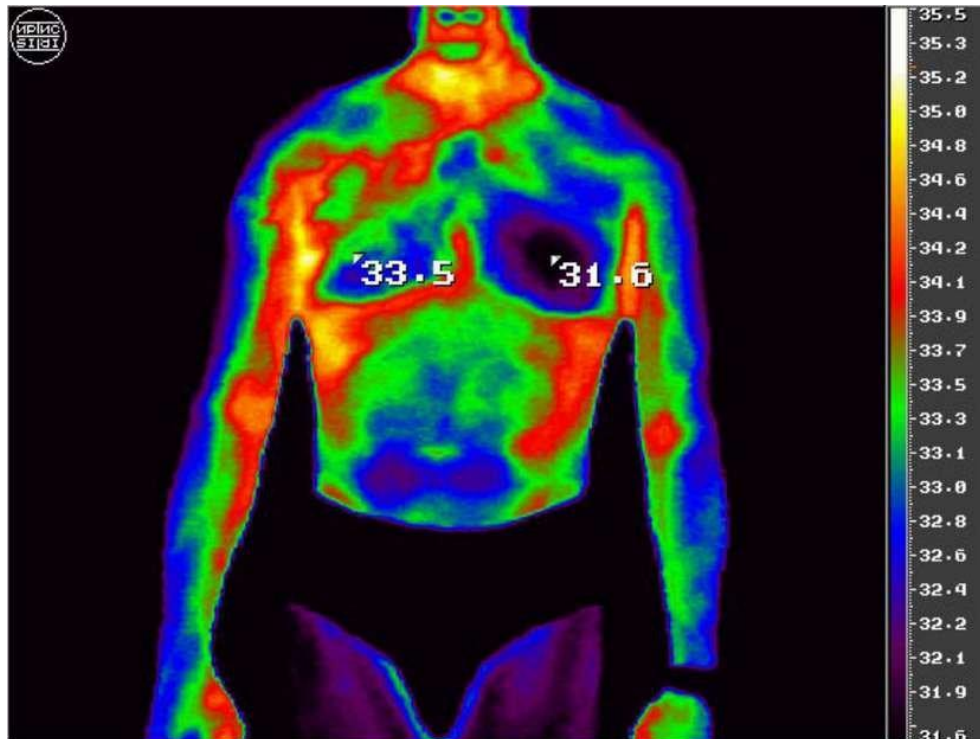
```
graph TD; A[ИНФРАКРАСНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ] --> B[ТЕПЛОВОЙ ИК-ДИАПАЗОН]; A --> C[БЛИЖНИЙ ИК]
```

ТЕПЛОВОЙ ИК-ДИАПАЗОН

БЛИЖНИЙ ИК

ИЗОБРАЖЕНИЯ ТЕПЛООВОГО ИК-ДИАПАЗОНА

ИК-изображения, полученные в тепловом диапазоне (8-14 мкм), позволяют непосредственно пересчитывать интенсивность элементов изображения в значения температуры наблюдаемых поверхностей. Холодные объекты на таких изображениях предстают более темными, теплые объекты – яркими, а горячие – «светящимися» (так как они нагревают и воздух рядом с собой).



ИЗОБРАЖЕНИЯ ТЕПЛОВОГО ИК-ДИАПАЗОНА

ИК-изображения используются в различных областях применения:

- ❑ В системах промышленного и экологического мониторинга, выявляющих утечки тепла в различных технических устройствах, сетях теплотрасс и т.п.
- ❑ В системах военного назначения для наведения на «горячие» объекты военной техники, например, двигатели и т.п.
- ❑ В биометрических системах, например, в системах автоматического контроля доступа на основе термограмм человеческого лица.

БЛИЖНИЙ ИК-ДИАПАЗОН

Изображения, полученные в ближнем ИК-диапазоне, по большинству своих характеристик схожи с изображениями видимого диапазона, однако съемка в ближнем ИК позволяет снимать ночью, когда света для обычной видеосъемки недостаточно. Таким образом, существенной областью применения изображений ближнего ИК является *ночное видение*. Другой областью применения ИК-систем является *невидимая ИК-подсветка*. Здесь принципиальным моментом является то, что большинство современных видеокамер для технического зрения «видят» в ближнем ИК-диапазоне так же хорошо, как и в видимом.



ИЗОБРАЖЕНИЕ ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА

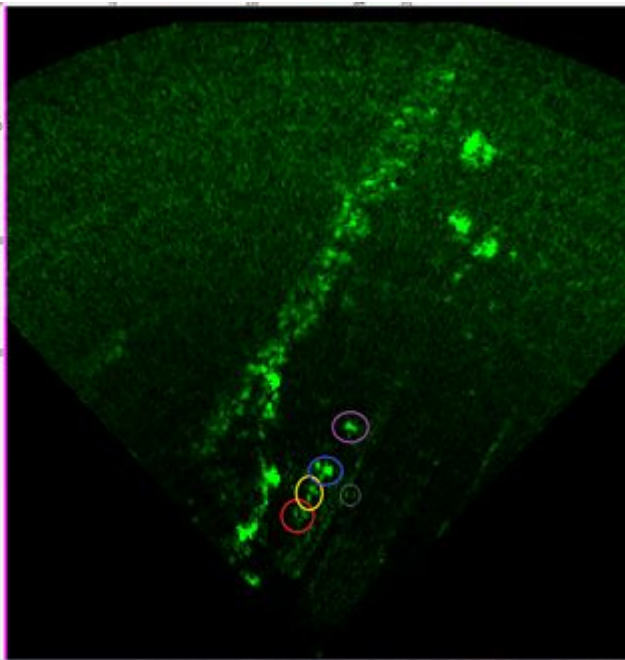
Изображение видимого диапазона используются практически во всех областях машинного зрения, поскольку этот диапазон регистрации изображений, в котором полученных изображения выглядят наиболее привычно и естественно для человеческого глаза. Следует отметить, что в течение первых десятилетий развития компьютерного зрения цифровые изображения рассматривались исключительно как *полутонные (halftone)*, то есть содержащие не цветные элементы, а квантованные *градации серого (gray levels)* – от черного до белого. В последние годы с появлением высококачественных экономичных цветных цифровых фотоаппаратов и видеокамер цифровое изображение по умолчанию все чаще рассматривается как цветное, имеющее в каждом пикселе три *цветовые компоненты*.

Как известно, любой произвольный цвет может быть получен путем смещения (линейного суммирования с различными весами) трех различных чистых цветов. Традиционное представление цветных изображений в компьютере основано на цветовой тройке RGB (red, green, blue – красный, зеленый, синий). На этапе анализа цветных изображений часто осуществляется переход к другим цветовым пространствам, например, HSI (цвет, насыщенность, интенсивность).

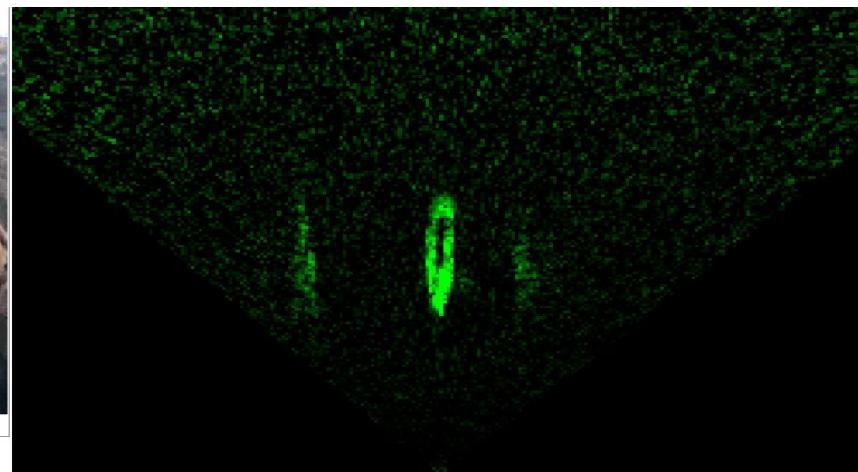
МИКРОВОЛНОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Микроволновые изображения применяются в области радиолокации. *Излучатель* радиолокатора постоянно (вариант – импульсно) испускает электромагнитное излучение, отражение которого от различных объектов затем регистрирует *антенна* радиолокатора. В связи с тем, что антенна радиолокатора – сложный радиотехнический прибор, мало похожий на матрицу традиционного приемника изображения, радиолокационные изображения имеют более сложную и необычную геометрию, которая, впрочем, может быть преобразована к традиционной путем специальной математической обработки. Радиолокационные изображения характеризуются, как правило, высоким контрастом и могут служить для быстрого автоматического выделения объектов, присутствующих в поле зрения радиолокационной системы. В то же время особенностью радиолокационного изображения реальной сцены является отсутствие на нем объектов, слабо отражающих волн микроволнового диапазона. Существенным достоинством радиолокационных изображений является то, что они могут быть получены на больших расстояниях, на которых четкость оптической съемки теряется из-за рассеяния света в атмосфере. Более того, микроволновое излучение способно проникать даже сквозь облака, растительный покров, лед и сухой песок. Все это делает микроволновую съемку чрезвычайно привлекательной для применений в военной области, а также в области глобального мониторинга Земли из космоса и с авиационных носителей.

МИКРОВОЛНОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ



Перевернуть изображение



РАДИОВОЛНОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

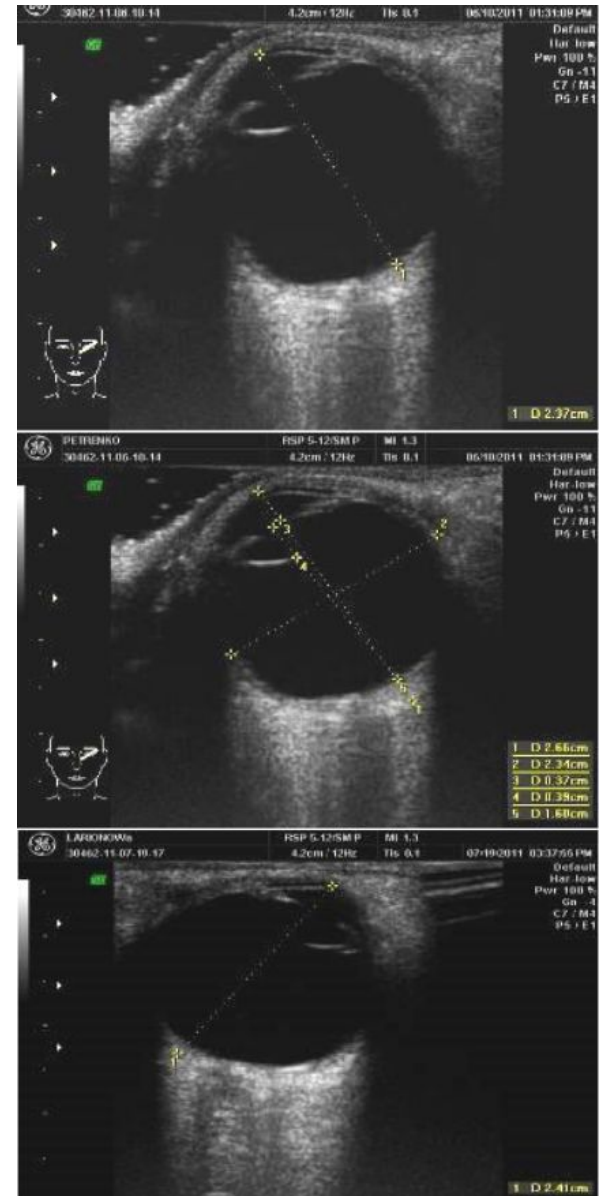
Радиоволновые изображения преимущественно используются в медицине и астрономии. Достаточно сказать о том, что наиболее современный метод получения медицинских томографических изображений высокого разрешения– *ЯМР (ядерный магнитный резонанс)* основан на регистрации радиоволновых сигналов клеток человеческого тела, помещенных в сильное магнитное поле и возбуждаемых короткими волновыми импульсами в радиодиапазоне.

РАДИОВОЛНОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ



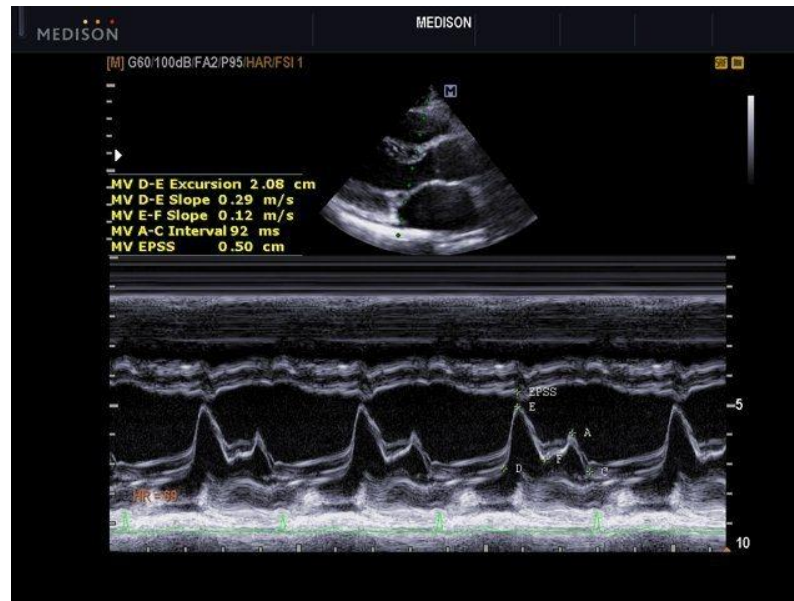
АКУСТИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Акустические изображения активно используются в геологии, промышленности и медицине.



УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

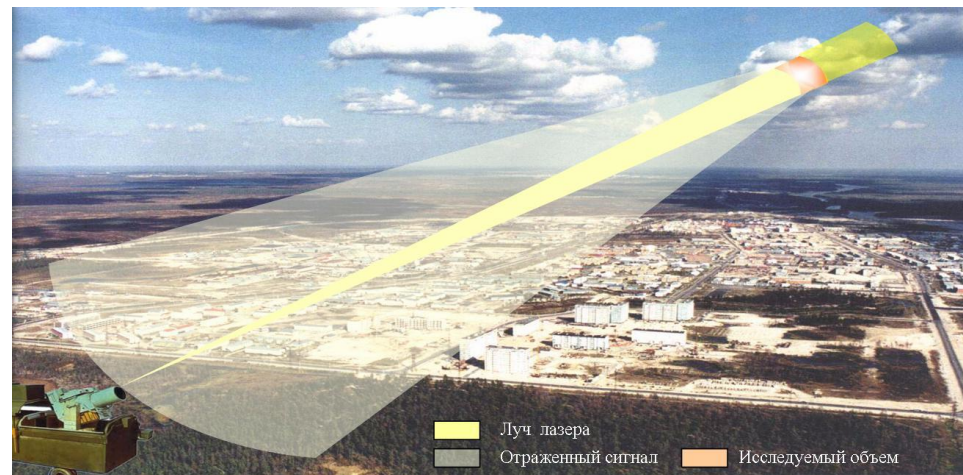
Ультразвуковые изображения применяются во множестве областей промышленности и техники, но наиболее известно из применение в медицине – для получения внутриматочных изображений человеческого плода в утробе матери, а также для быстрой инспекции патологий различных внутренних органов человека. Следует отметить, что медицинское ультразвуковое изображение содержит не просто интенсивность отраженного ультразвукового сигнала, а еще и дальность до отражающей поверхности, вычисленную на основе расчета скорости распространения ультразвукового сигнала в человеческих тканях.



ДВУМЕРНЫЕ ПОЛЯ ДАЛЬНОСТЕЙ

Двумерные поля дальностей формируются на основе анализа электромагнитных сигналов, испускаемых и принимаемых по локационной схеме. В качестве таких дальнометрических систем в последние годы все чаще используются *лазерные локации*, позволяющие осуществлять оптическое сканирование трехмерных поверхностей с больших расстояний (до десятков километров), обеспечивая при этом максимально возможное расширение. Дальнометрический локатор сканирует поверхность, испуская серии коротких волновых импульсов, отражение которых от поверхности объекта регистрируются приемником локатора, после чего рассчитывается время прохождения импульса до объекта и обратно, откуда окончательно определяется дальность до точки поверхности объекта. Получаемое изображение называется в таком случае *картой глубин* и содержит непосредственные значения расстояний от локатора до точек поверхности объекта – то есть непосредственно

измеренный трехмерный рельеф данной поверхности. Двумерные поля дальностей находят широкое применение в области картографии, дистанционного зондирования Земли, технических измерений и технического контроля в промышленности и во многих других областях.



Инерциальная система



ДВУМЕРНЫЕ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ

Двумерные поля скоростей формируются за счет излучения и приема волновых импульсов. Однако пикселы таких изображений содержат уже не значения расстояний до соответствующих точек, а значения скоростей движения этих точек отражающей поверхности. Вычисление скоростных характеристик осуществляется за счет анализа *доплеровского сдвига* отраженного сигнала. В таком случае говорят, что локационное изображение имеет смысл *карты скоростей*, а локатор работает в режиме *СДЦ (селекции движущихся целей)*. Двумерные поля скоростей используются в системах различного назначения преимущественно в целях выделения движущихся объектов.