

Lecture 2

Ввод изображений

2012

Общая иллюстрация формирования цифрового изображения

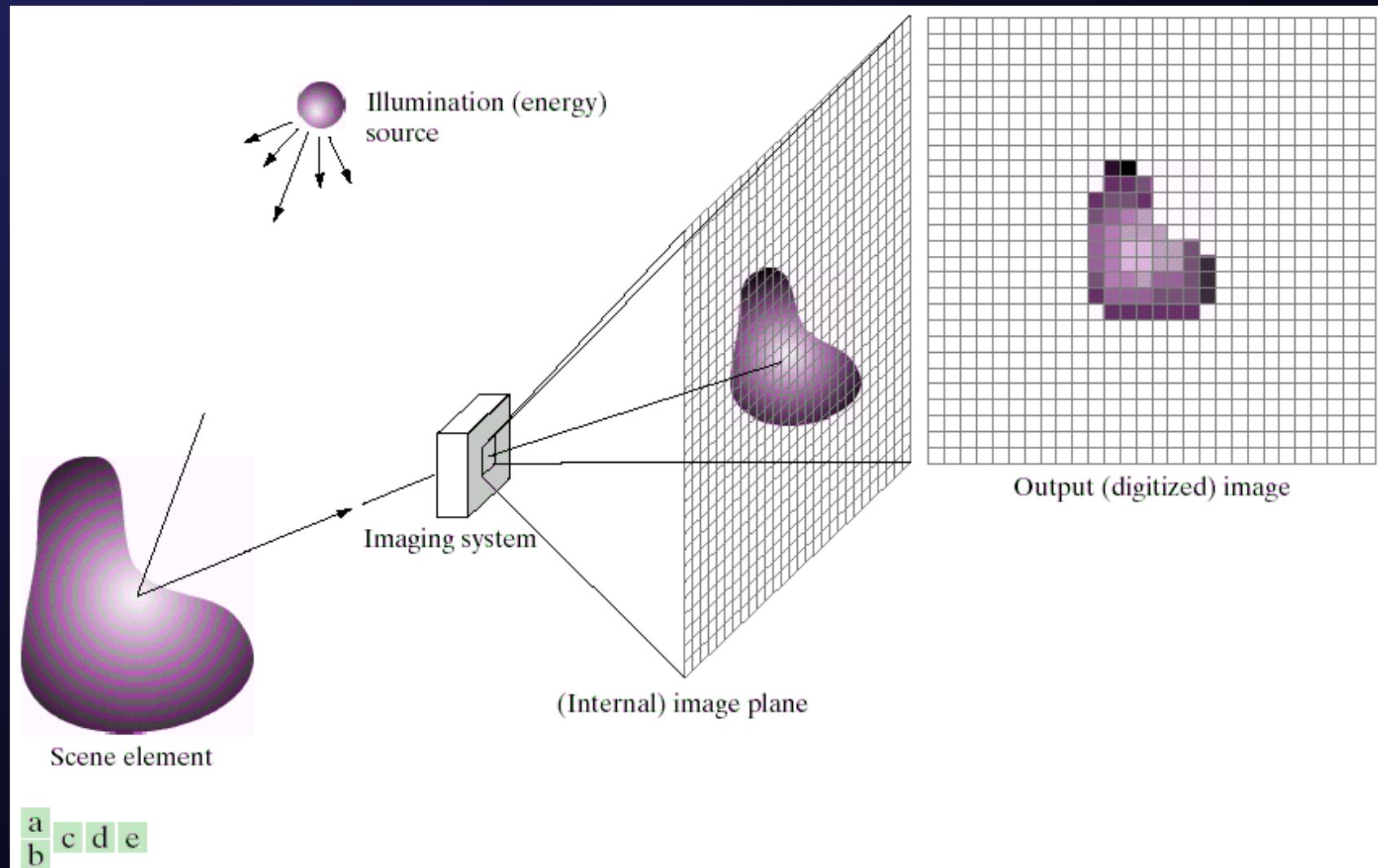


FIGURE 2.15 An example of the digital image acquisition process. (a) Energy (“illumination”) source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

Формирование изображения

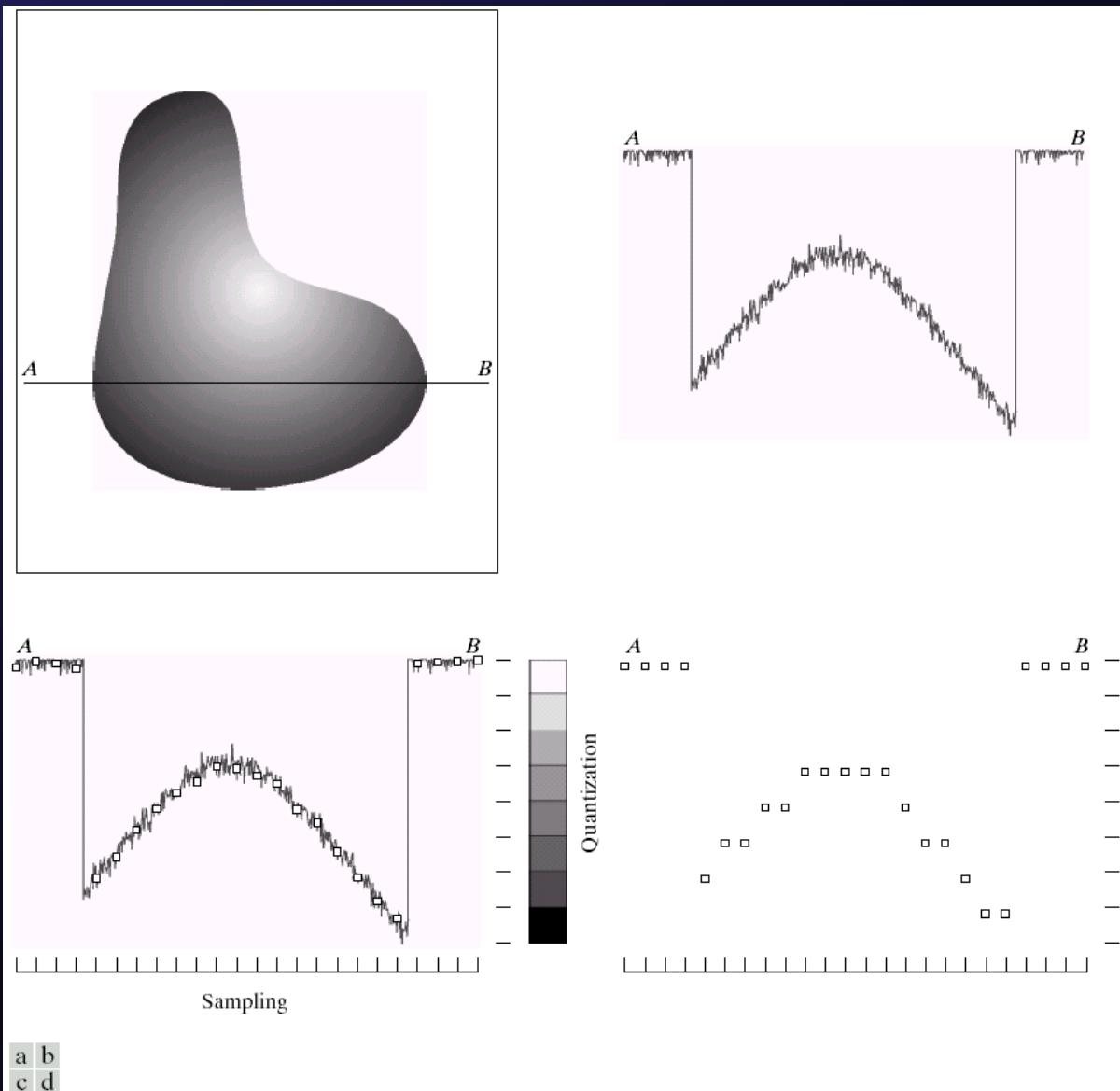


FIGURE 2.16 Generating a digital image. (a) Continuous image. (b) A scan line from *A* to *B* in the continuous image, used to illustrate the concepts of sampling and quantization. (c) Sampling and quantization. (d) Digital scan line.

Дискретизация изображения

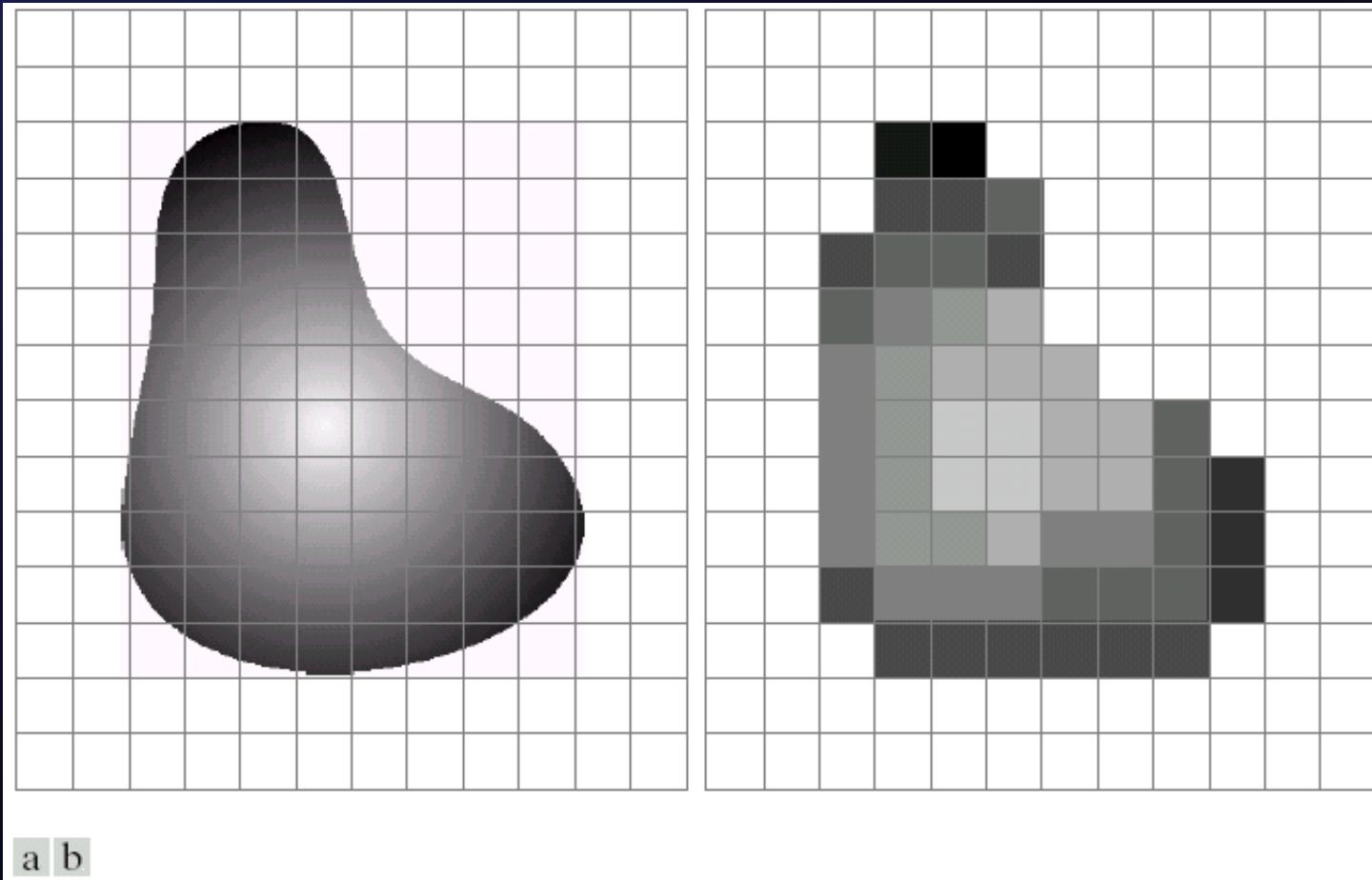
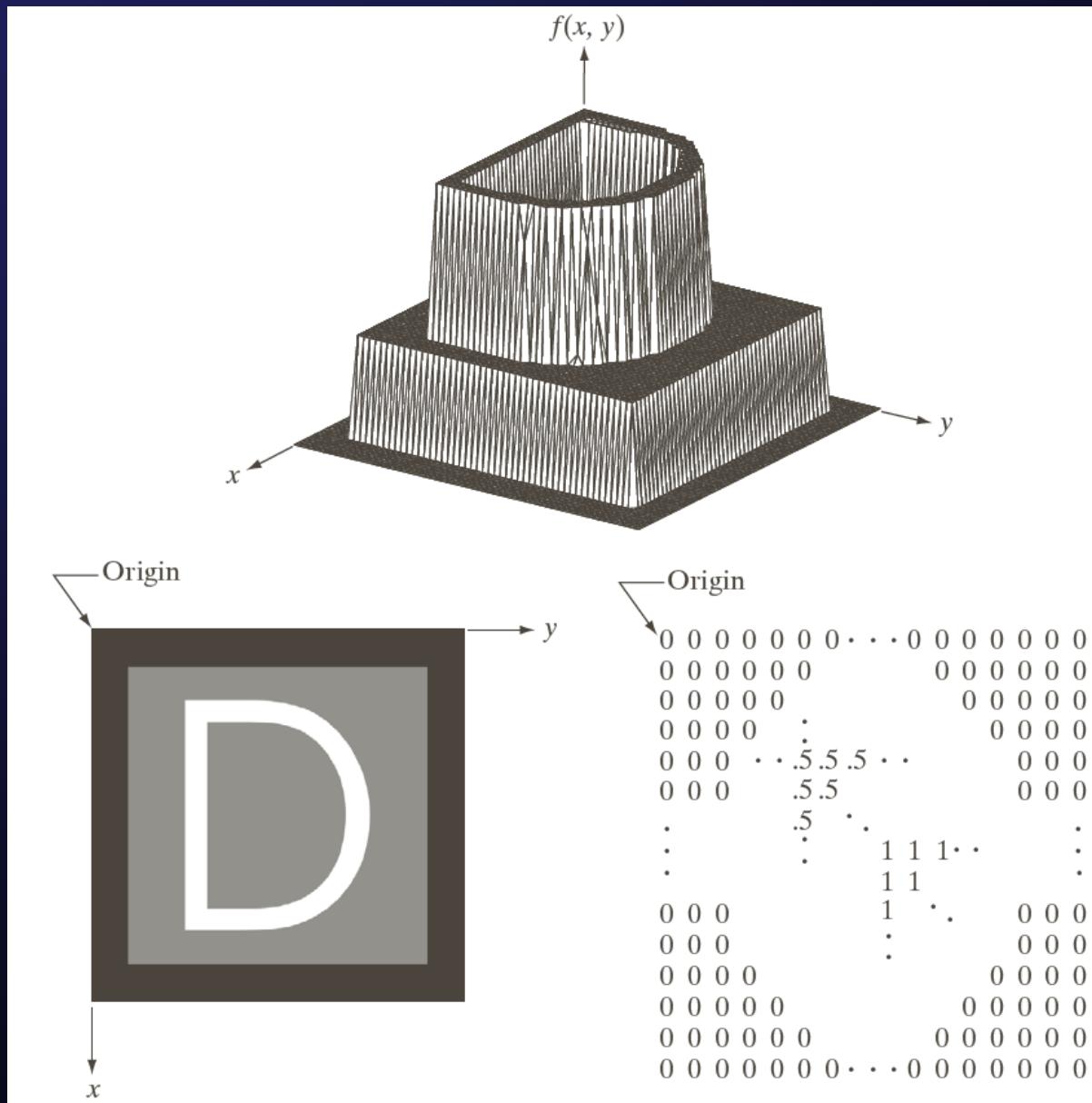


FIGURE 2.17 (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.



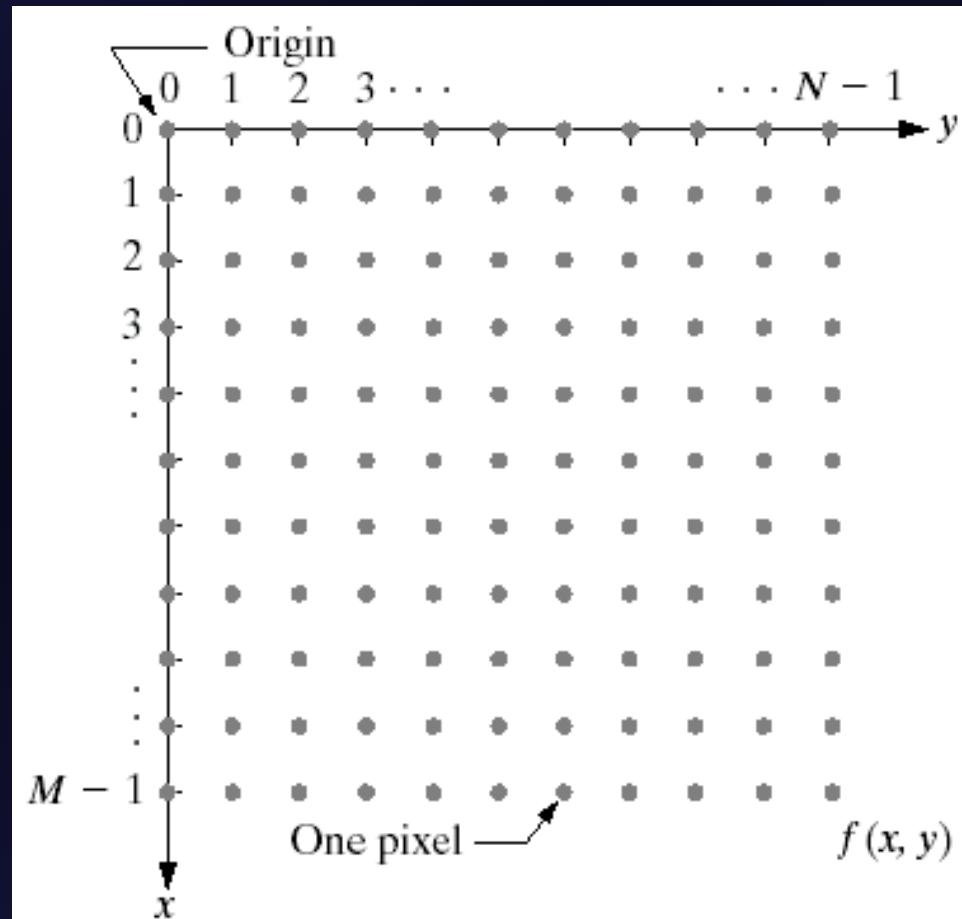
a

FIGURE 2.18

- (a) Image plotted as a surface.
- (b) Image displayed as a visual intensity array.
- (c) Image shown as a 2-D numerical array (0, .5, and 1 represent black, gray, and white, respectively).

Цифровое представление изображений

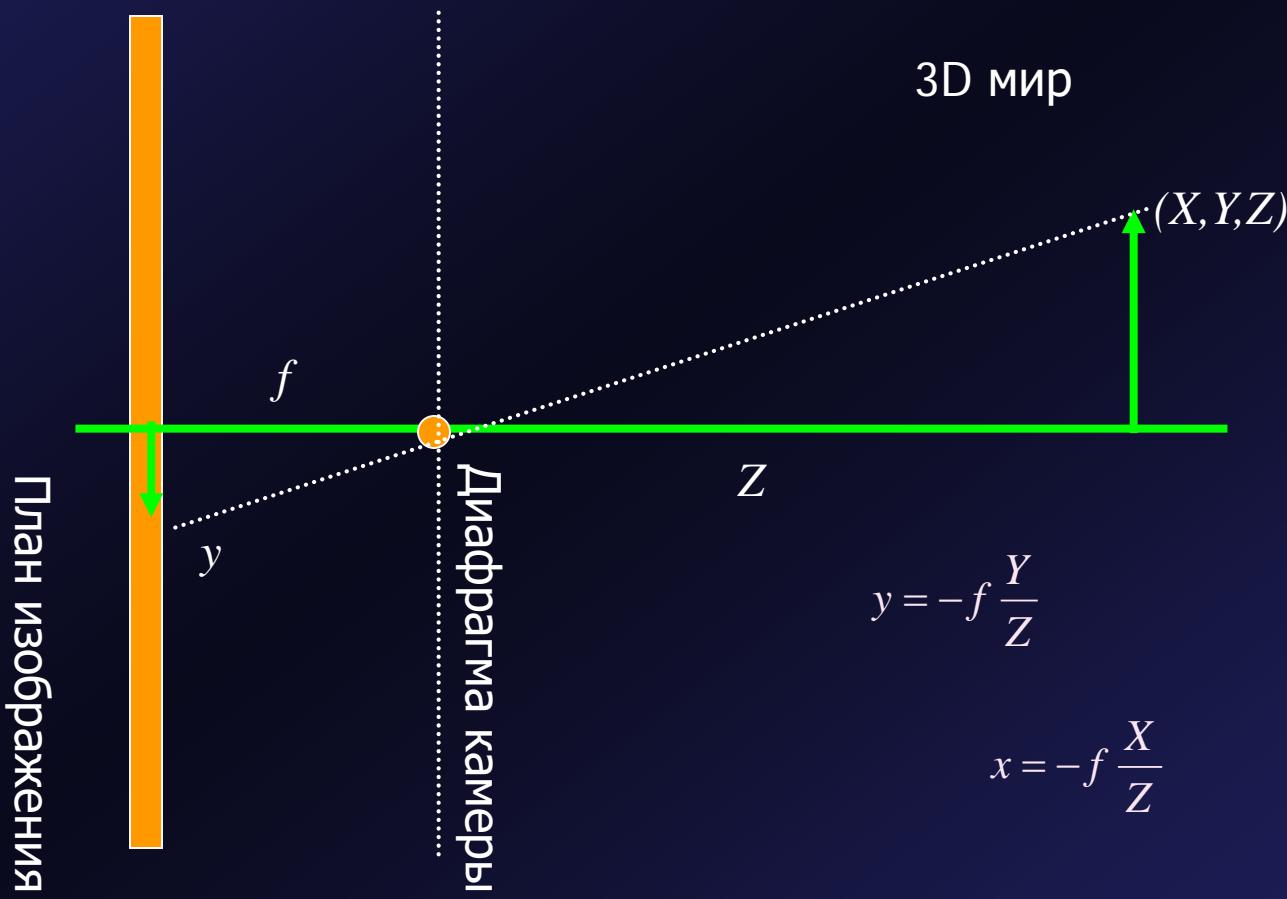
- Образ является функция, определенная на 2D координат $F(x, y)$.
- Значение $F(x, y)$ является интенсивность.
- 3 такие функции могут быть определены для цветного изображения, каждый представляет один компонент цвета
- Цифровое изображение может быть представлено в виде матрицы.



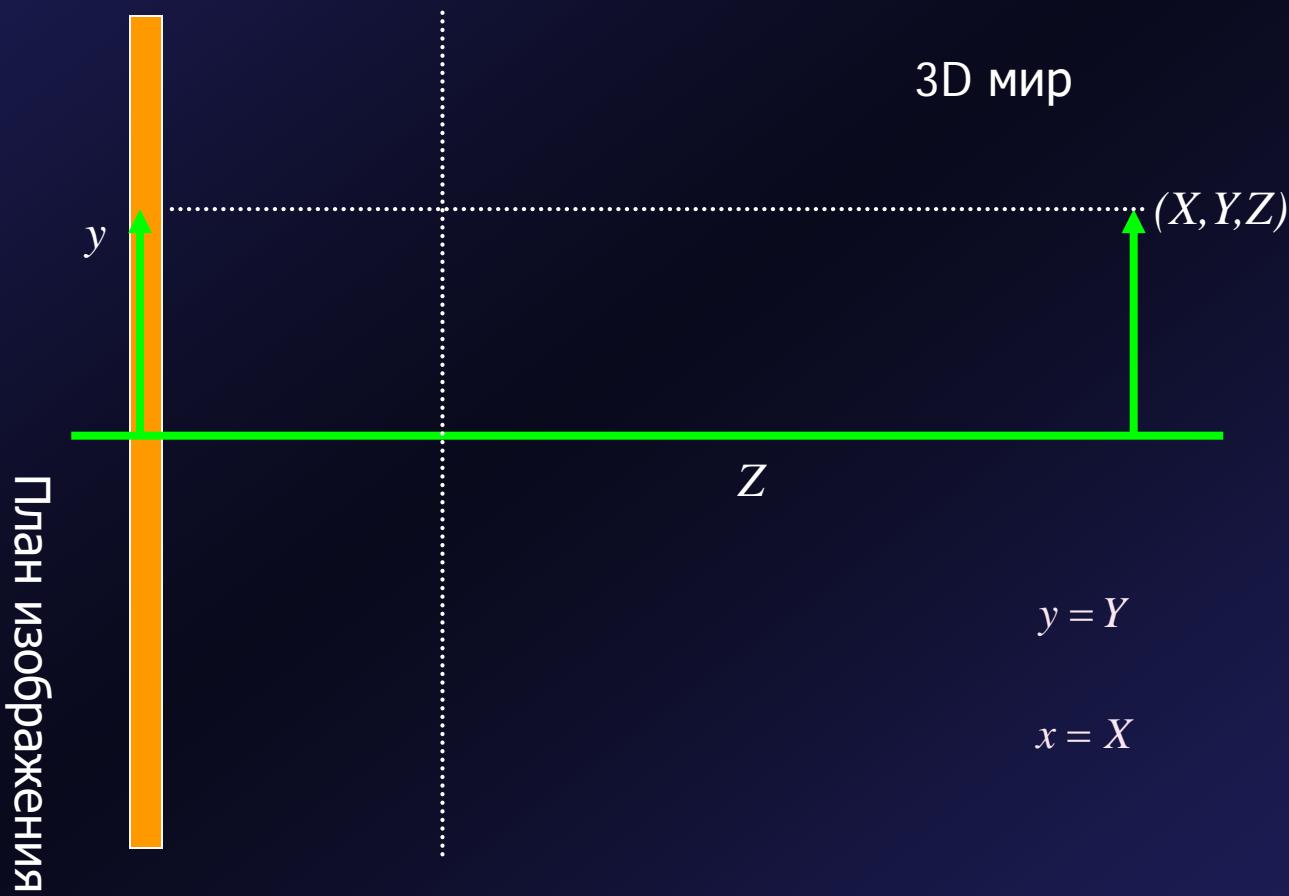
Формирование изображений

- 3D сцена
 - » Отображение поверхности
 - » Структура поверхности (форма)
- Источник света
- Камера

Перспективная проекция

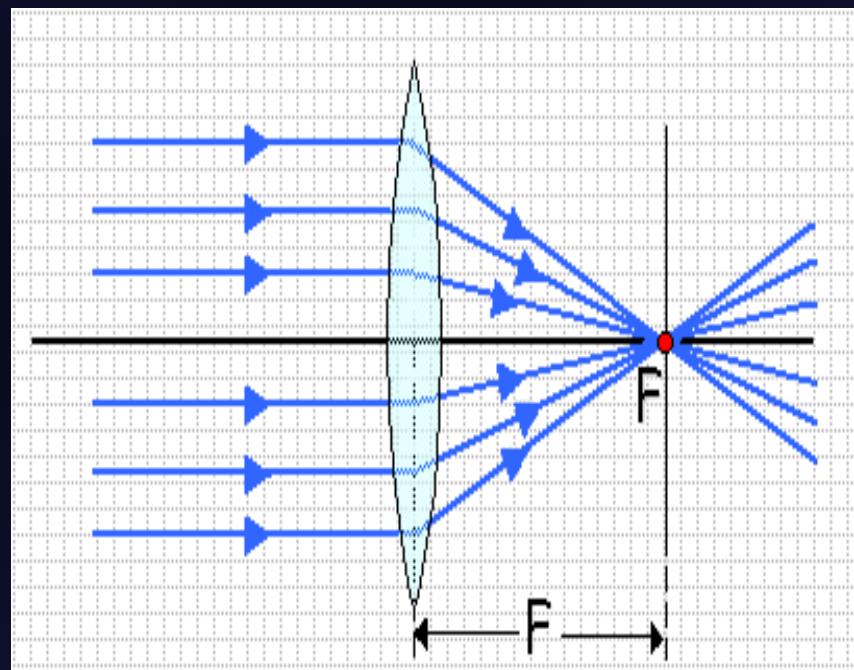


Ортогональная проекция



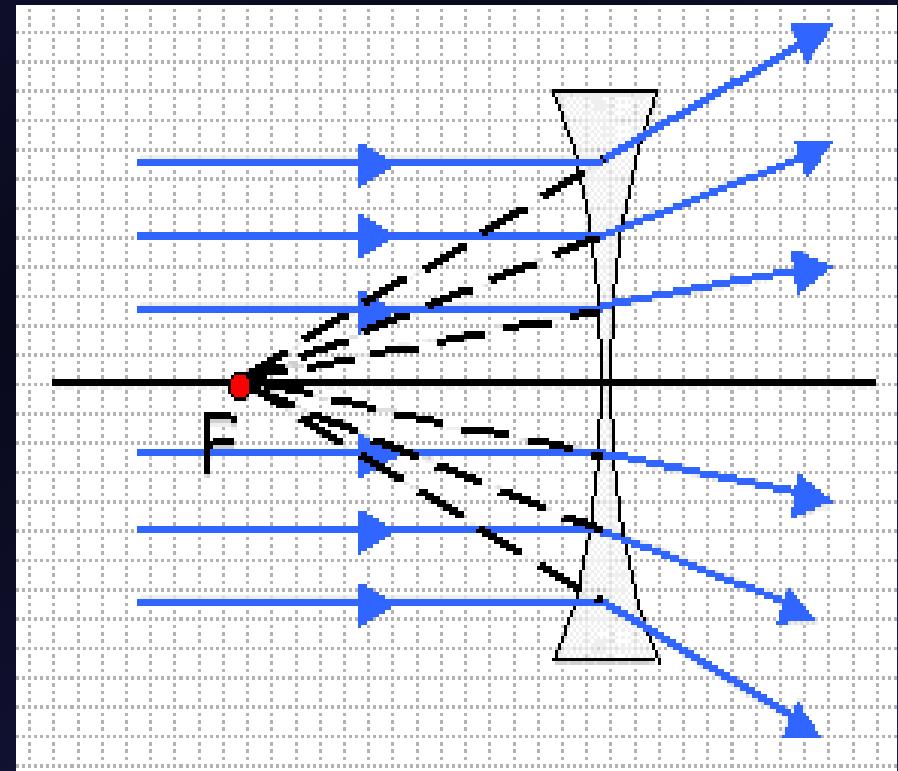
Ход лучей света в выпуклой линзе

Выпуклая стеклянная линза, находящаяся в воздухе преобразует параллельный пучок световых лучей в сходящийся, поэтому иначе её называют *собирающей*



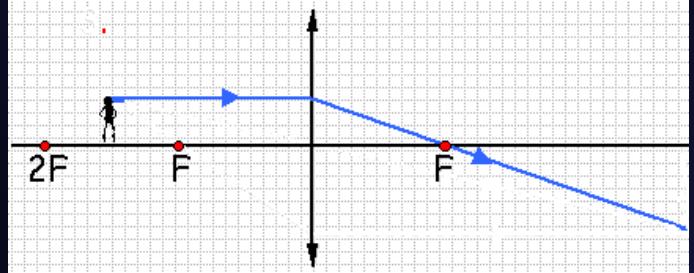
Ход лучей в вогнутых линзах

- Вогнутая стеклянная линза создает расходящийся пучок света, поэтому её называют *рассеивающей*

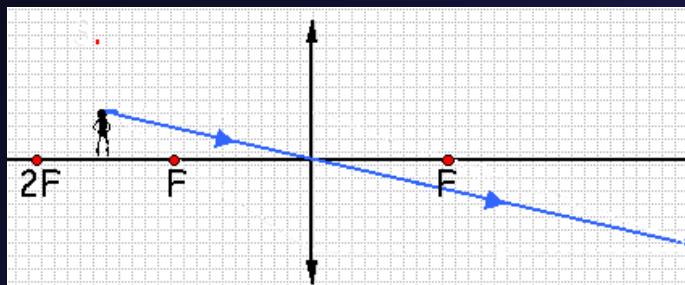


Для построения изображения в линзах используются лучи:

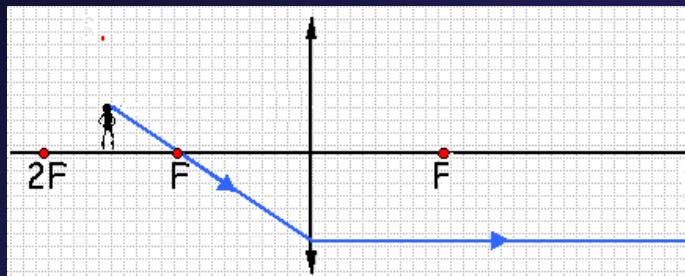
- **Луч, падающий на линзу, параллельно оптической оси.** После преломления через линзу луч проходит через фокус, соответствующий этой оси.



- 2. **Луч, проходящий через центр линзы.** При прохождении через линзу этот луч практически не изменяет своего направления.

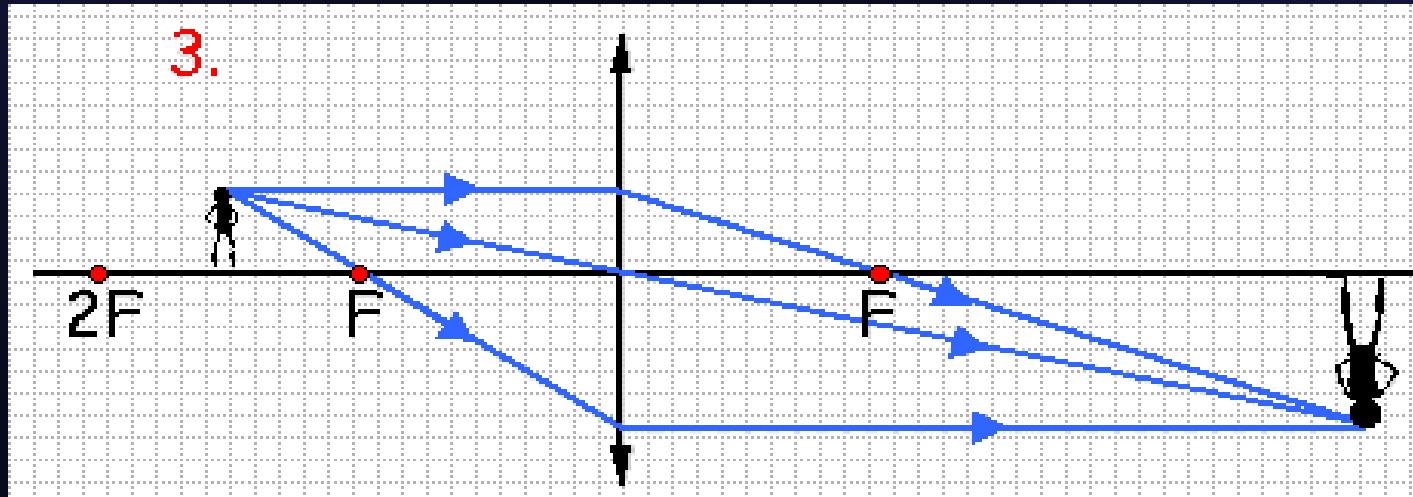


- 3. **Луч, проходящий через фокус до линзы.** После преломления через линзу луч распространяется параллельно оси соответствующий этому фокусу.



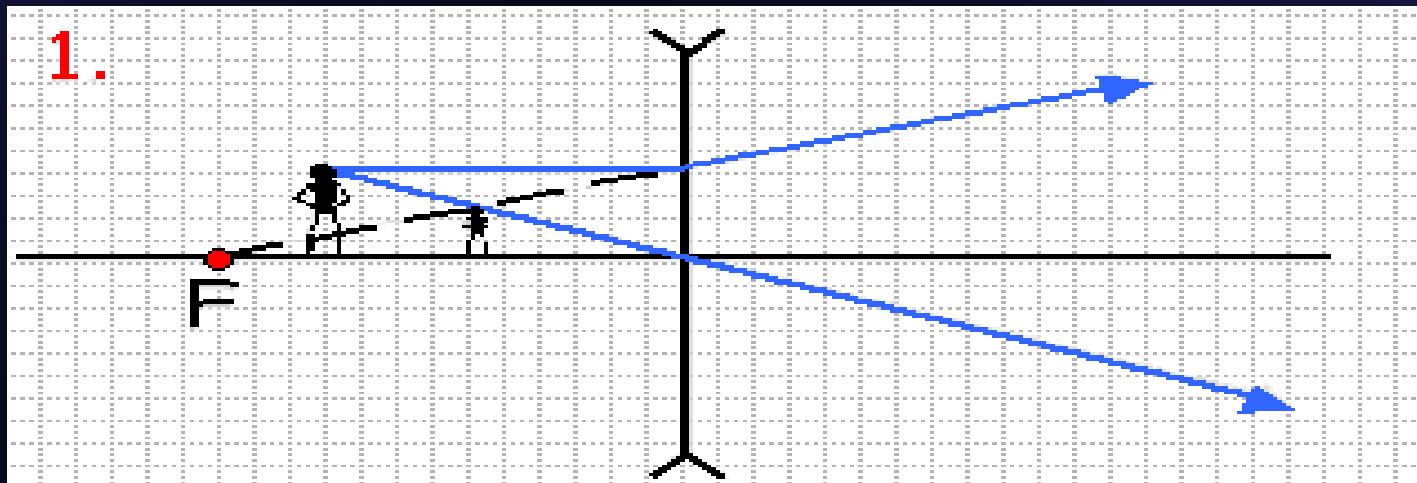
Предмет находится между фокусом линзы и её двойным фокусом

Изображение предмета увеличенное,
действительное, прямое и расположено по
другую сторону от линзы за двойным фокусом



Предмет находится между линзой и её фокусом

Изображение предмета уменьшенное, мнимое,
прямое, расположеное по ту же сторону от
линзы, что и предмет



Дискретная основа изображения

- Набор целочисленных значений в двух измерениях
 - » 0-255
- Полутоновое изображение (1 матрица)
 - » 0: черное 255: белое)
- Цветное изображение (3 матрицы)
 - » Красный, Зеленый, Синий
- Разрешение
 - » Число строк, число колонок

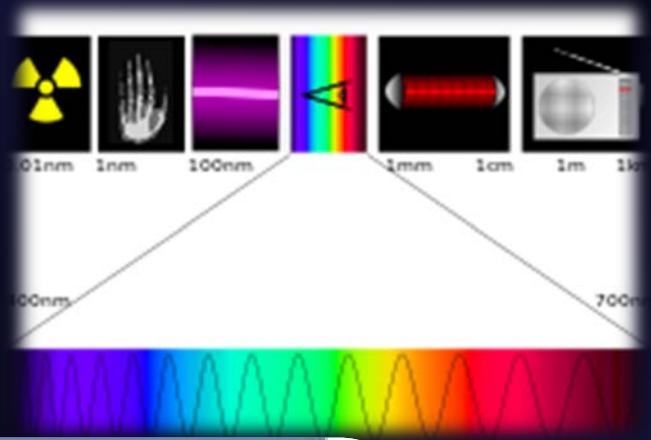
Видео

- Последовательность изображений
 - » Frames per second - кадр в секунду
 - » Gray level video – глубина пикселей
 - » Color video - цвет

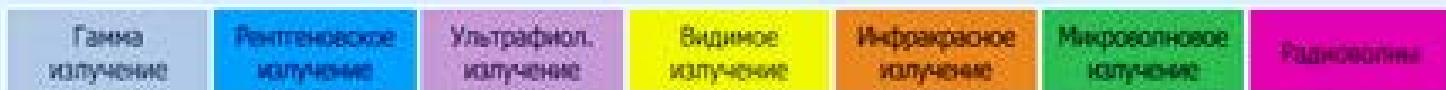
Дискретизация

- Аналоговая камера
 - » АЦП, аналогово - цифровой конвертор
 - » Frame grabber – захват кадров
- Цифровая камера
 - » Сразу в цифровом виде
 - » MPEG или JPEG

Спектр



Энергия	3×10^1	20	0,5	0,3	2×10^{-4}	7×10^{-7}
Длина волны	6×10^{-11}	8×10^{-10}	$3,8 \times 10^{-9}$	$7,6 \times 10^{-9}$	0,0001	0,3
Частота	5×10^{13}	5×10^{12}	$7,9 \times 10^{11}$	$3,9 \times 10^{11}$	3×10^{11}	109



Короткие волны

Средние волны

Длинные волны

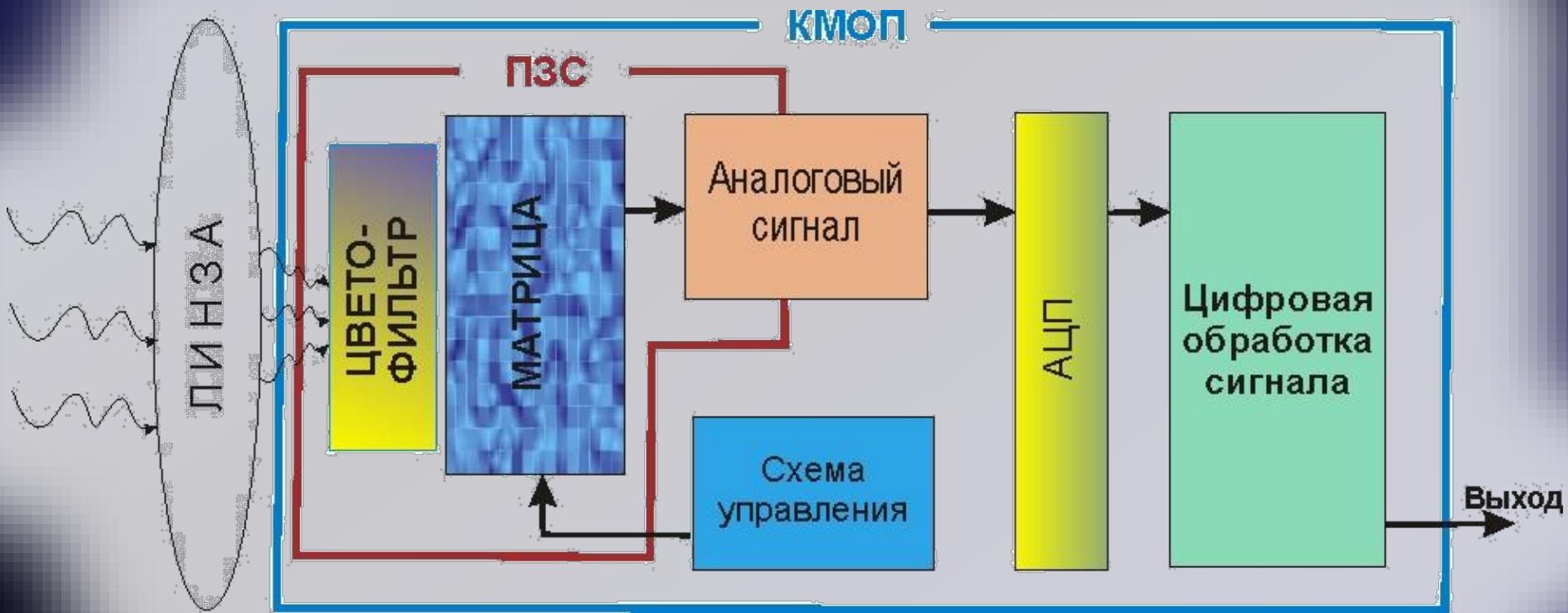
$0,76 \times 10^{-7}$ м

$1,5 \times 10^{-7}$ м

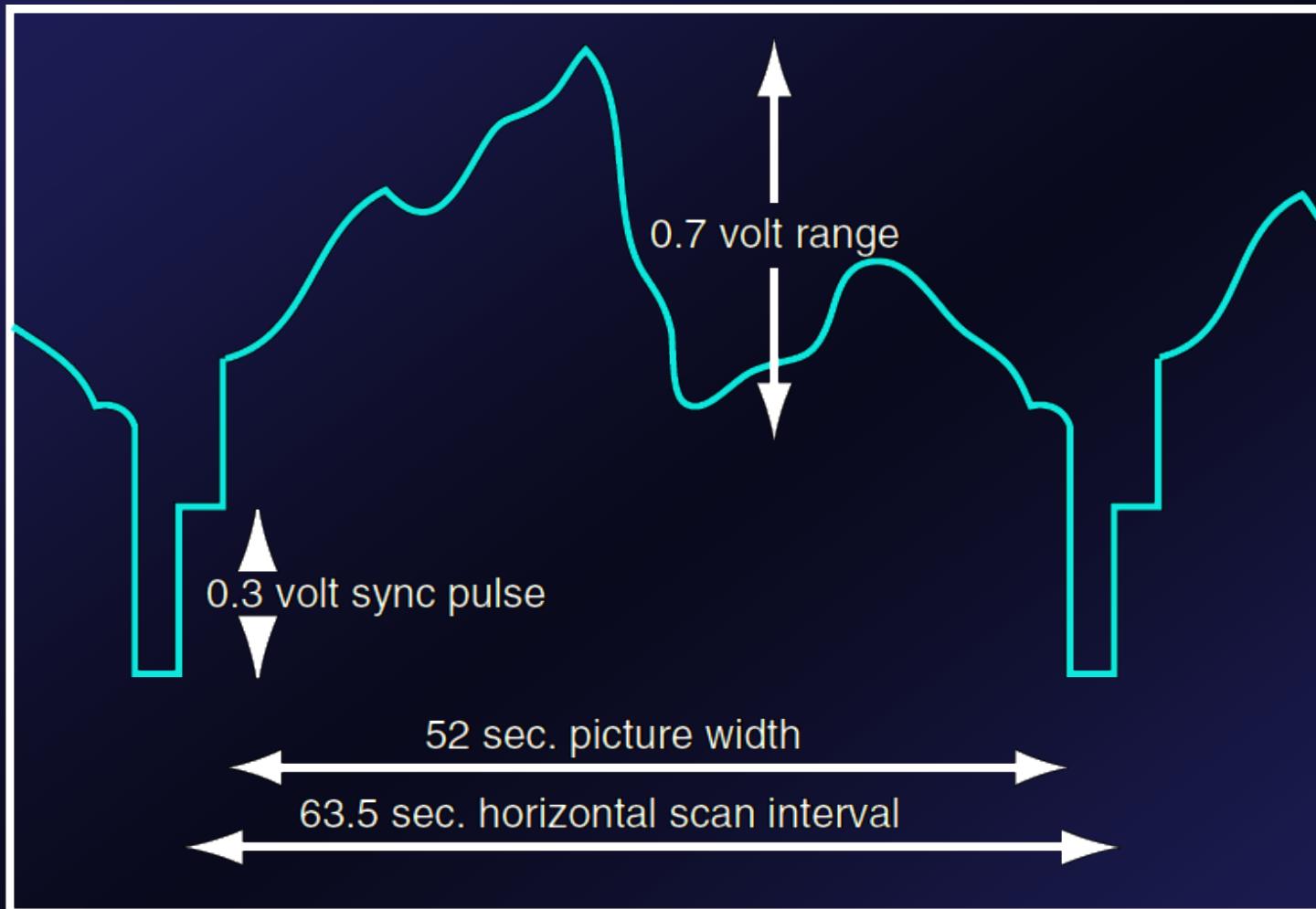
$5,6 \times 10^{-7}$ м

0,0001 м

Видео камера



Video Camera



Стандарт RS-170 для видеосигнала: изменение яркости вдоль сканирующей линии (0 вольт = черный и 0.7 вольт = белый).

Сенсор изображения

Пример отражения изображения

Подушкообразное искажение, а также потеря резкости и контраста по краям и в углах

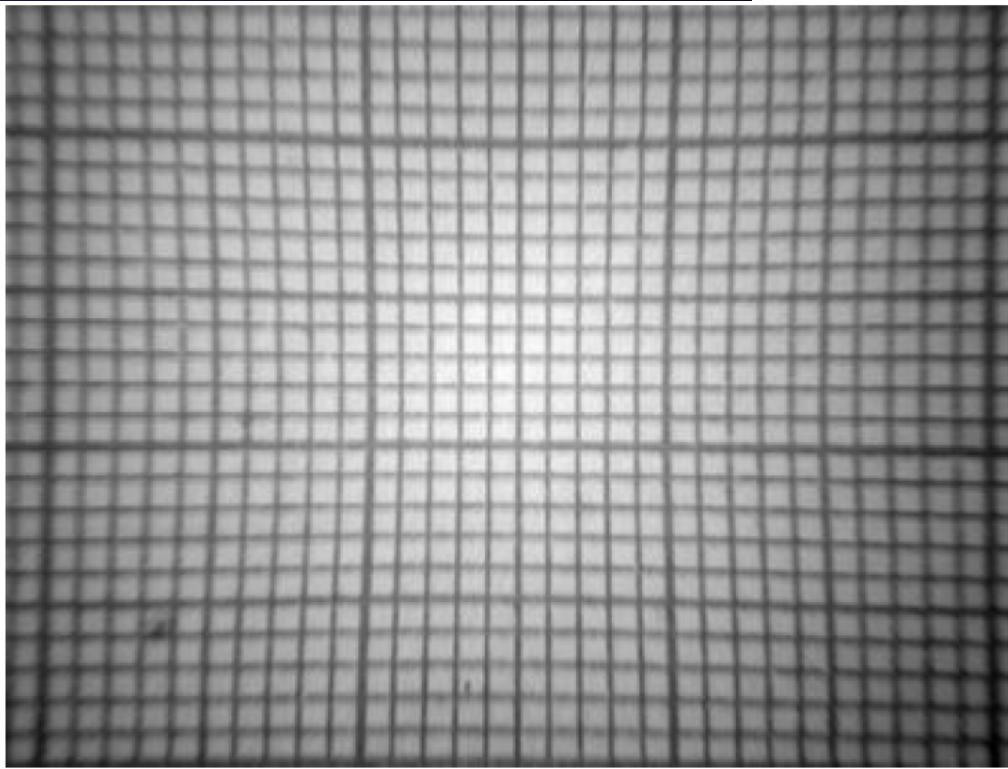
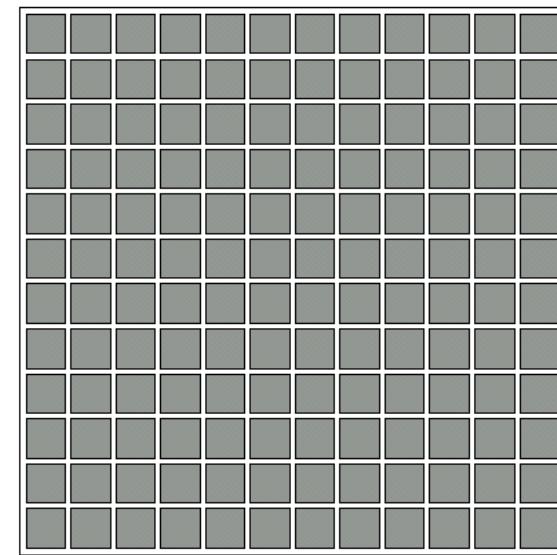
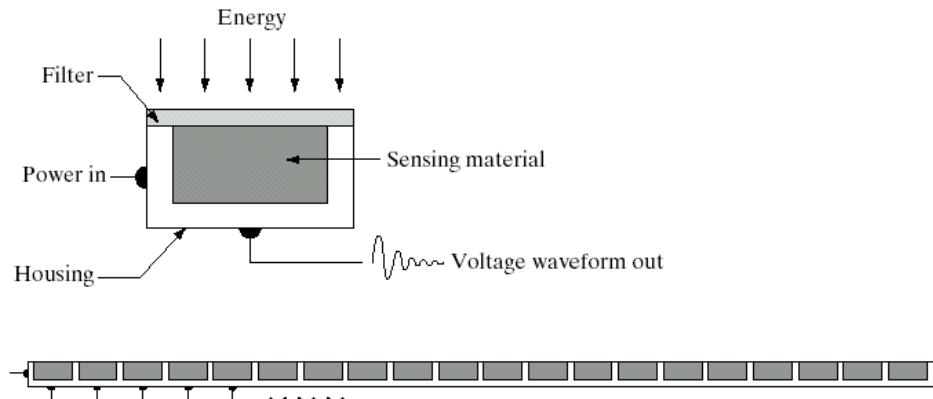
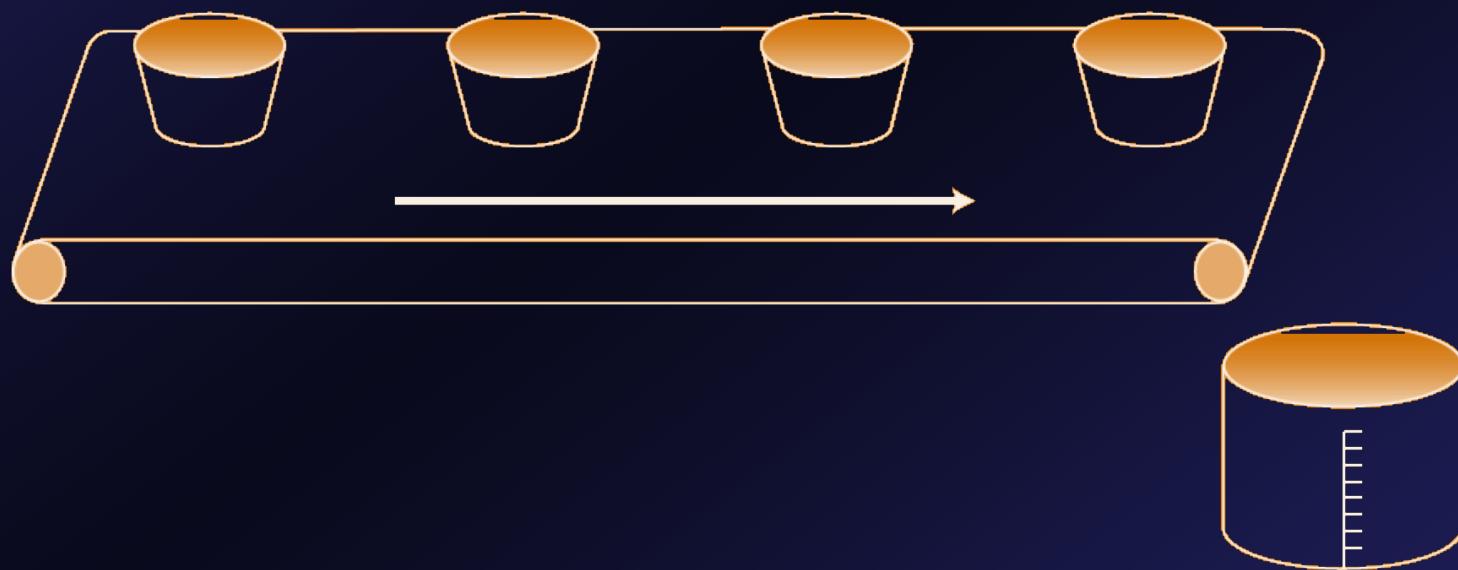
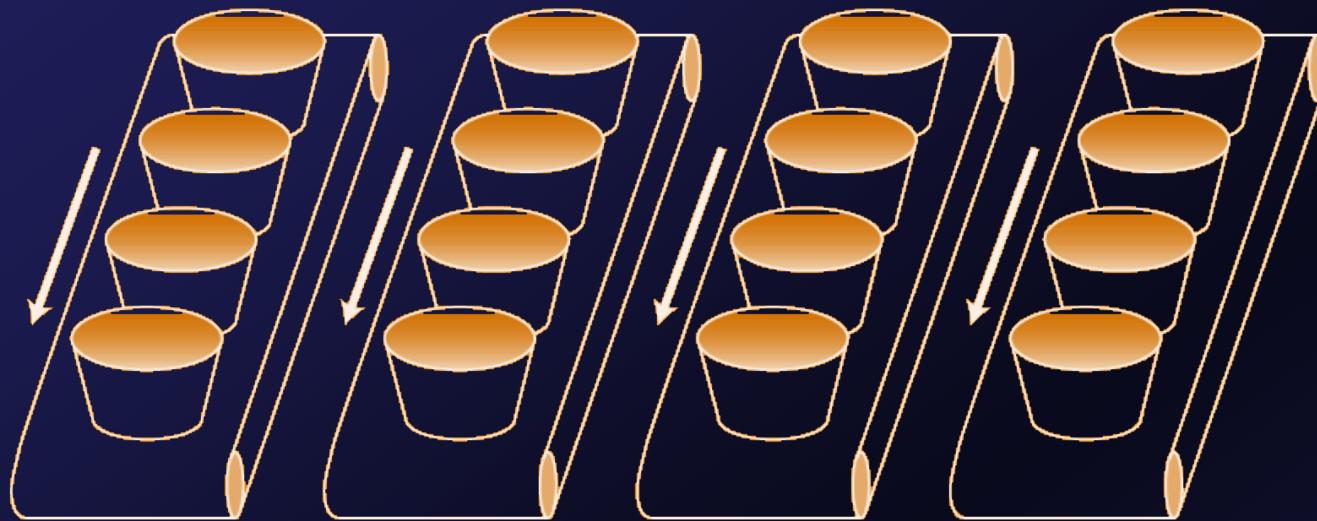
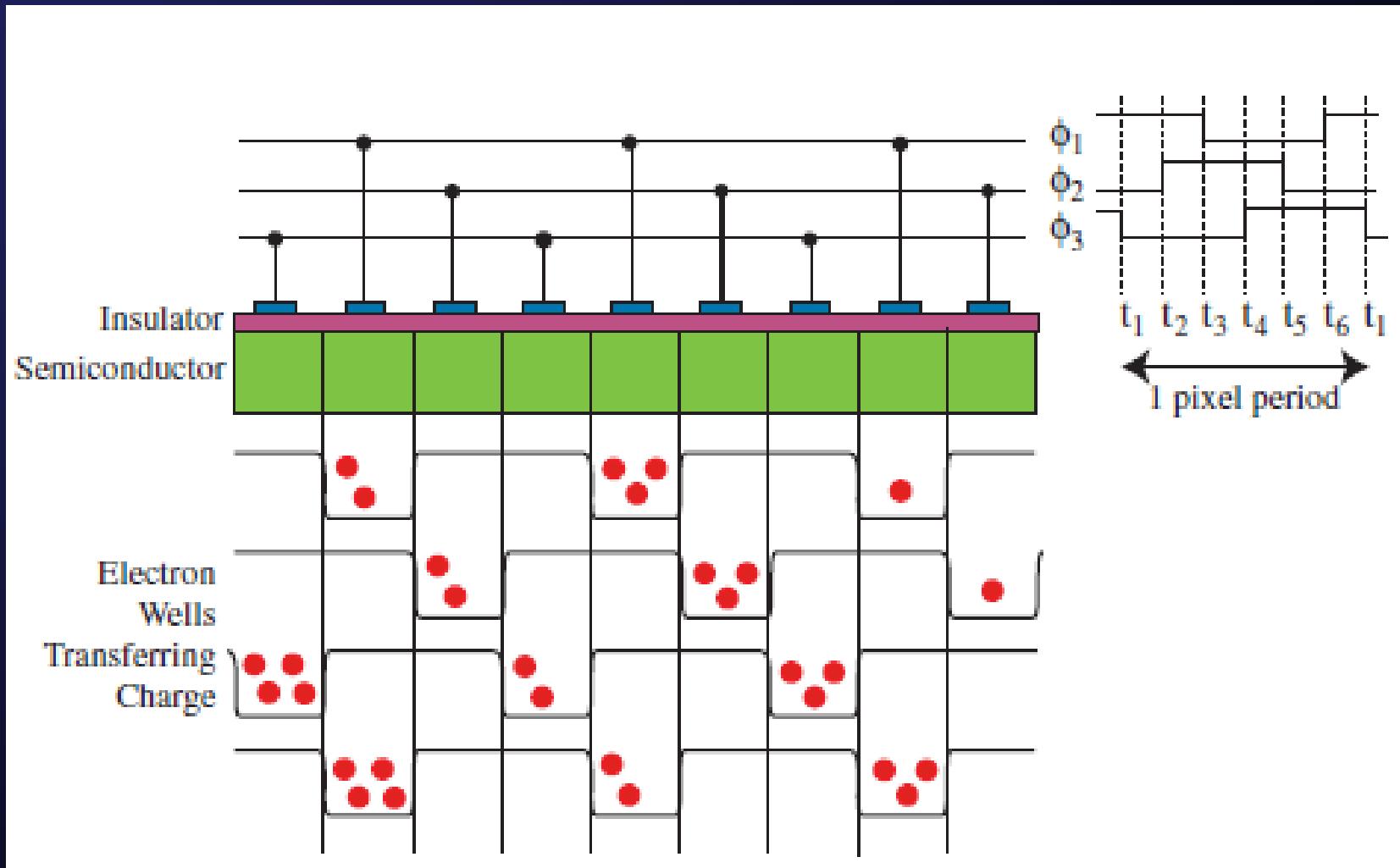


FIGURE 2.12
(a) Single imaging sensor.
(b) Line sensor.
(c) Array sensor.

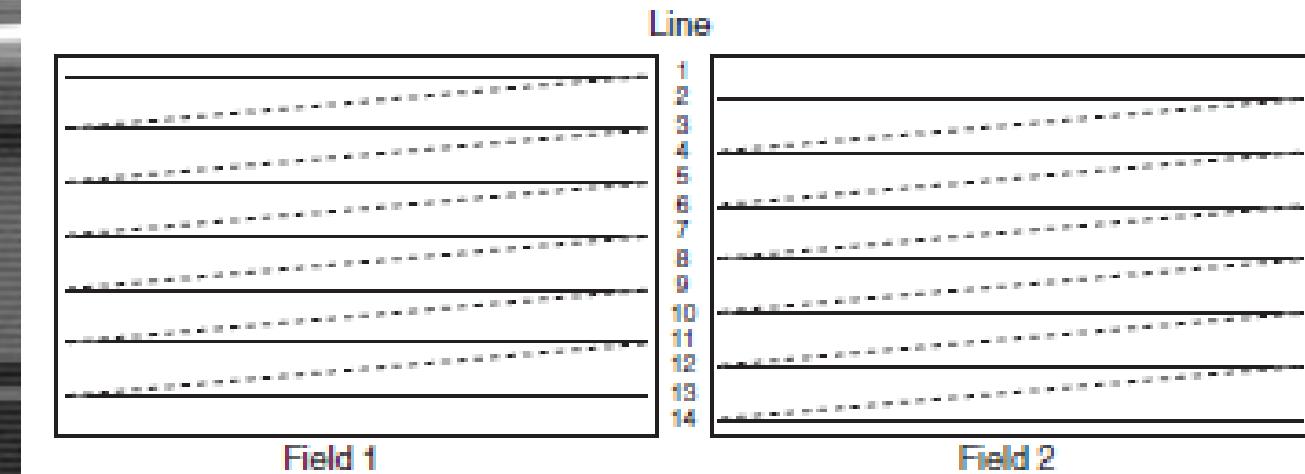




Основные принципы CCD операции, проиллюстрировано в виде набора ковшей и конвейеров

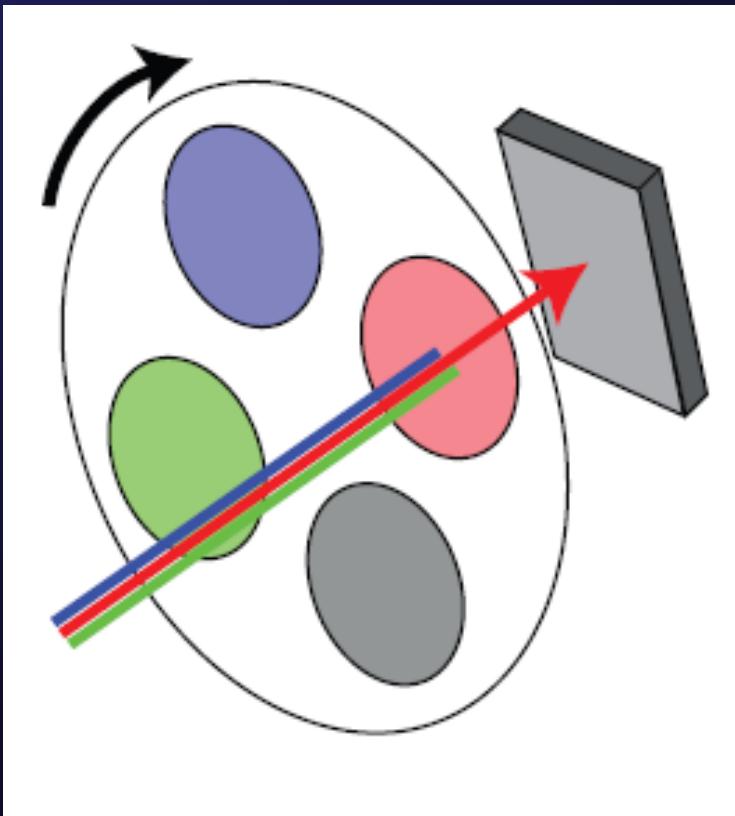


Изменение напряжения на набор из трех электродов сдвигает электроны от одного пикселя к другому в CCD.

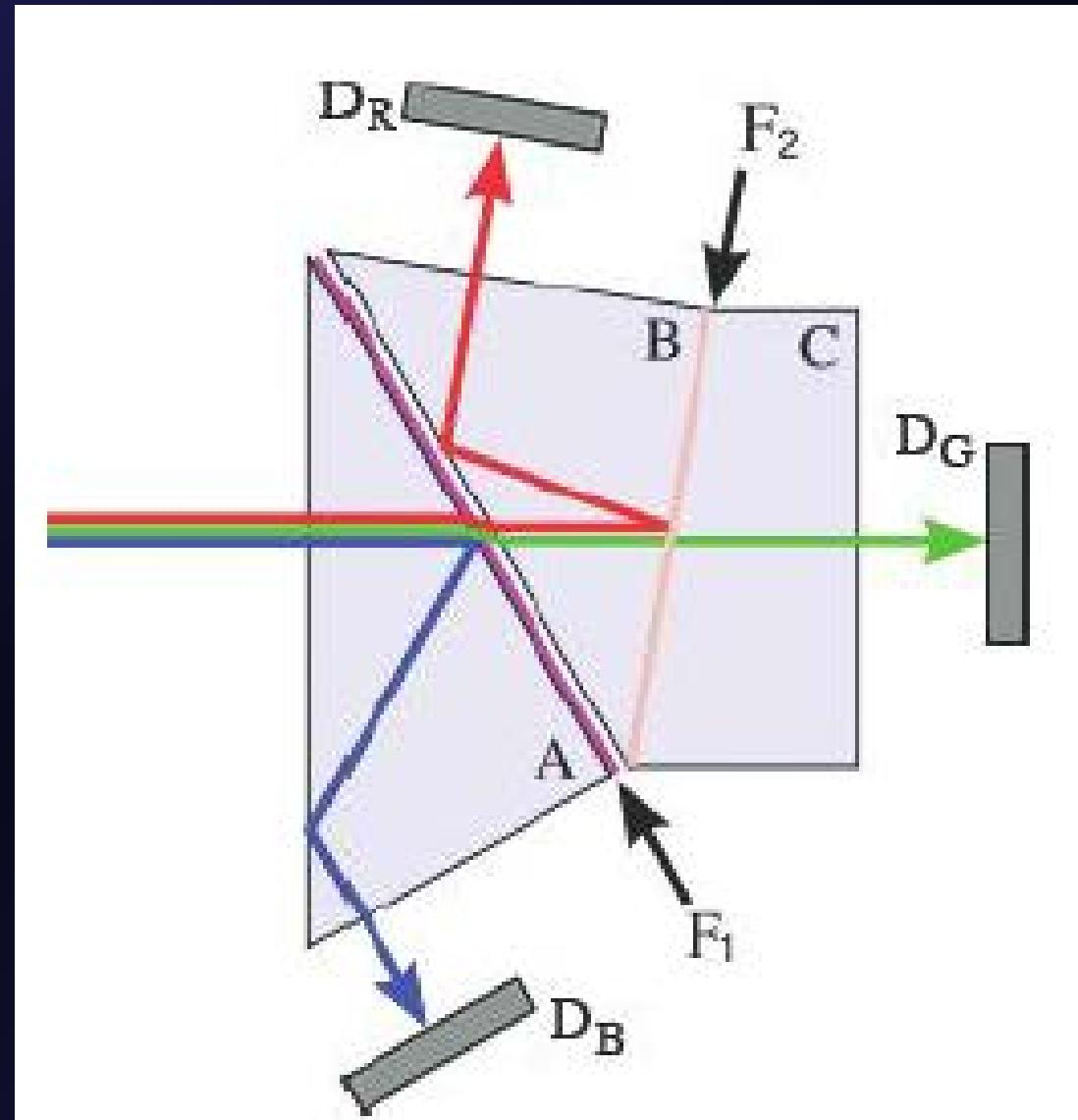


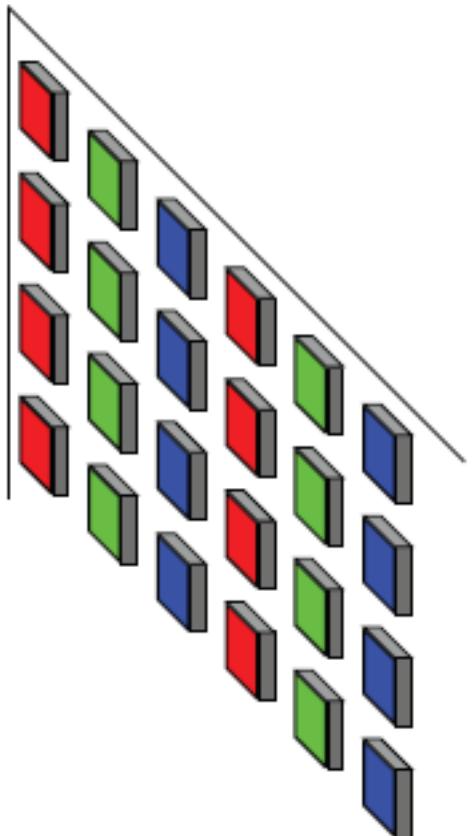
Чересстрочной развертки охватывает четные строки в одном поле шестидесятой второй и четных строк в втором поле. при обнаружении движения присутствует (либо в сцене или вызванных движением камеры), это производит смещение в целостный образ.

Принципиальная схема цветового колеса камеры с красными, зелеными и синими фильтрами. Четвертое положение фильтр пуст, что позволяет камере быть использован в качестве детектора монохромный с большей чувствительностью для тусклых изображений (например, флуоресцентной микроскопии).

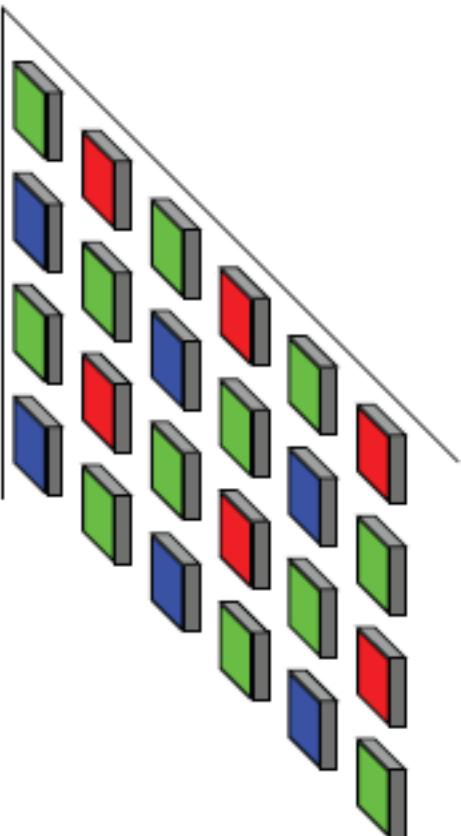


Принципиальная
схема призм и
дихроичных
фильтров для
цветной камерой
три чипа.





(a)



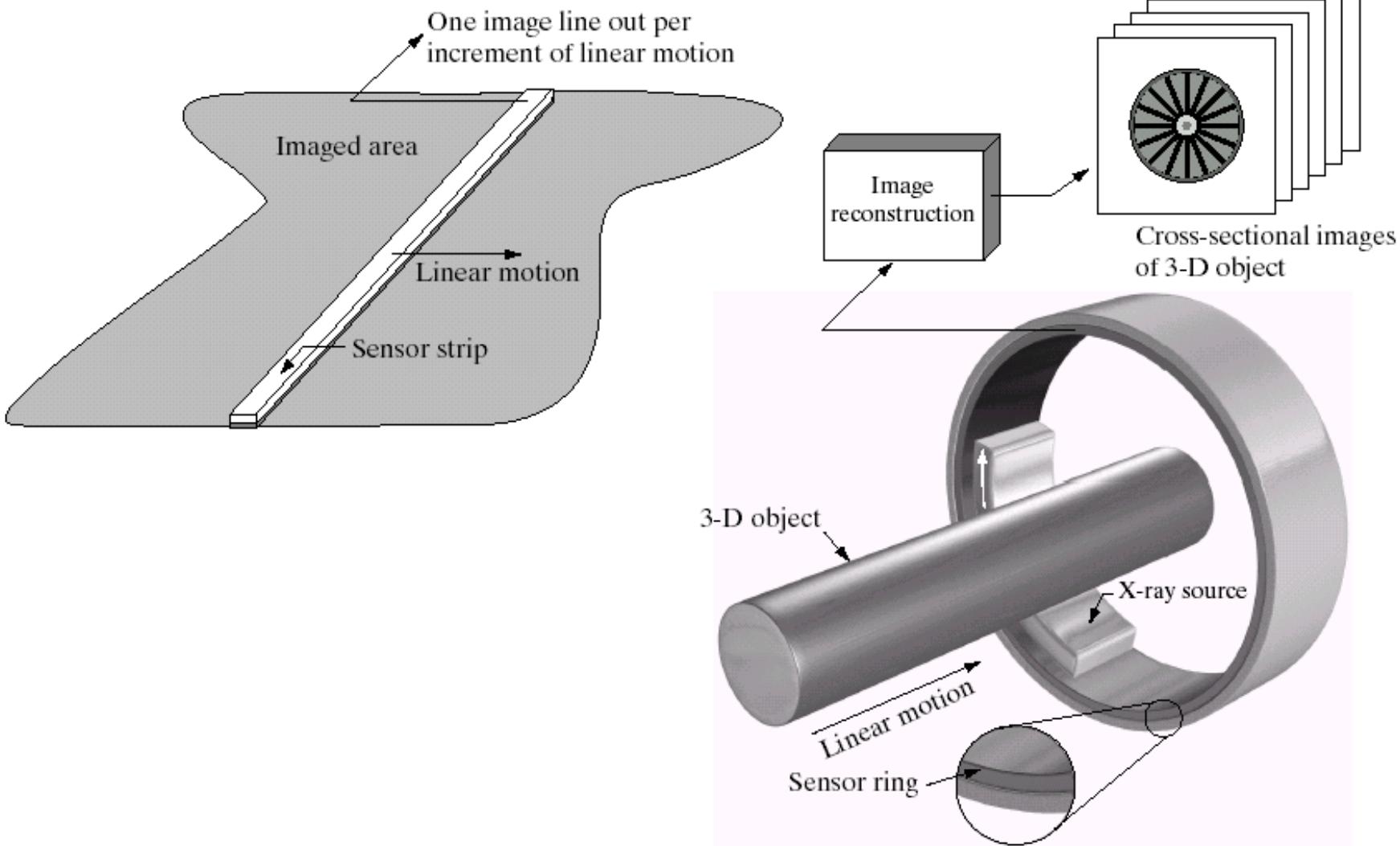
(b)

(a) Полосовой и
(b) Баеросковые
размещения
используются в
одной микросхеме
камеры.

Таблица 1. Основные отличия между матрицами CCD и CMOS.

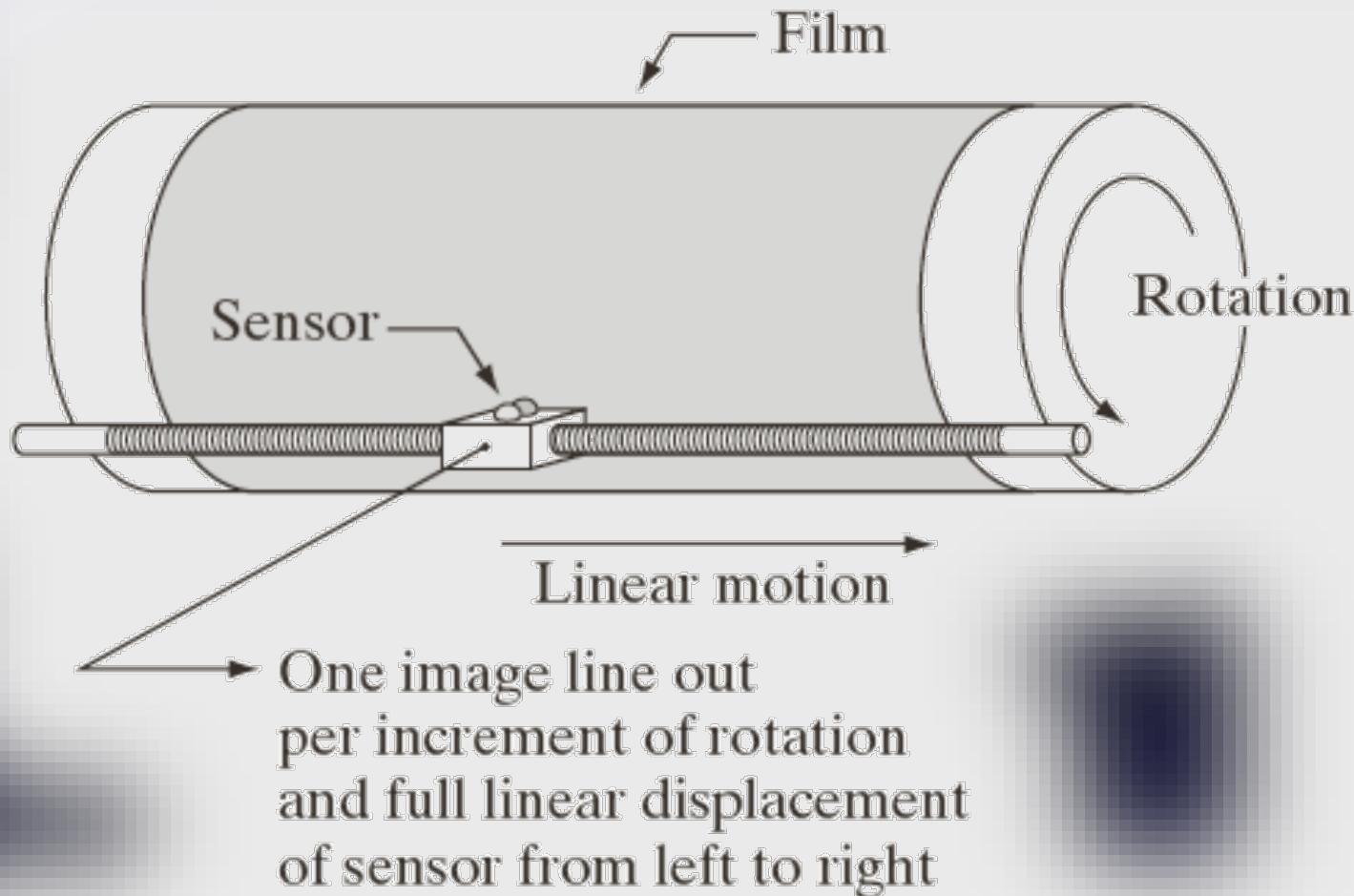
CCD матрица	CMOS матрица
заряжается светом, значит, меньше проблем с темновыми токами	разряжается светом, есть токи утечки
считывается от строки к строке последовательно, энергопотребление системы большое	строки и столбцы могут считываться произвольно, что позволяет строить более гибкие системы
матрицы требуют специальных технологических процессов и материалов при производстве, что значительно ограничивает их производство и требует капиталовложений	матрицы могут производиться на любом КМОП заводе, а значит, их массовый выпуск наладить просто и недорого
имеют лучшую чувствительность, но требуют дополнительных микросхем для получения изображения, что увеличивает стоимость, размеры и энергопотребление системы	содержат все устройства на одном кристалле, что делает систему экономичной, малогабаритной и дешевой; принцип "все в одной схеме"

Сенсорные полоски



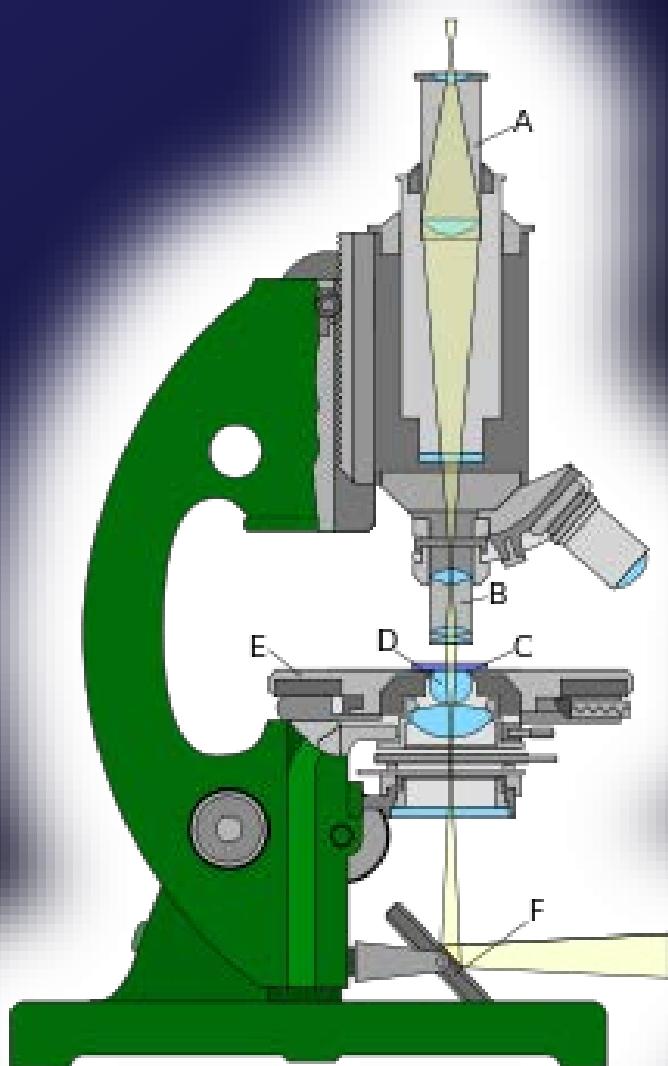
a b

FIGURE 2.14 (a) Image acquisition using a linear sensor strip. (b) Image acquisition using a circular sensor strip.



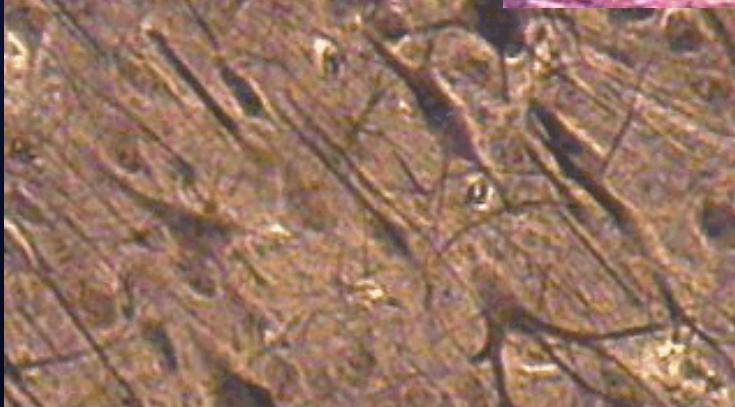
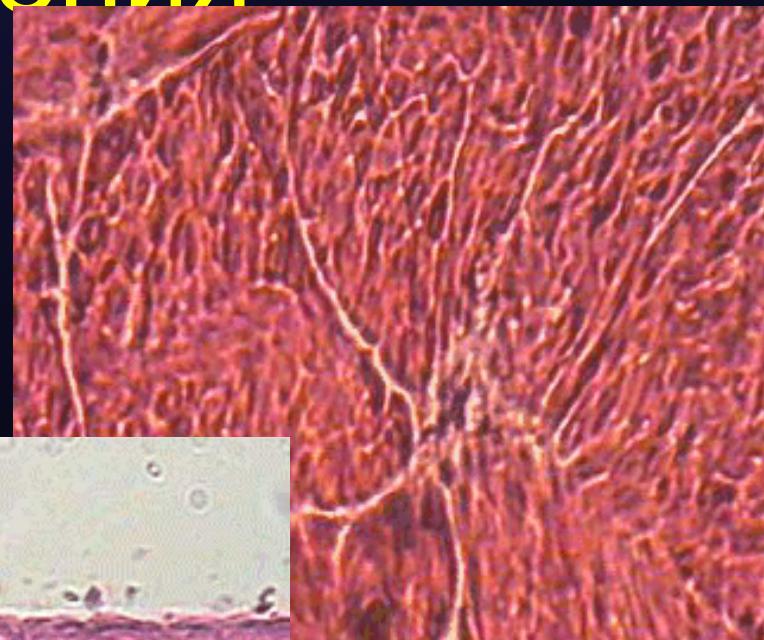
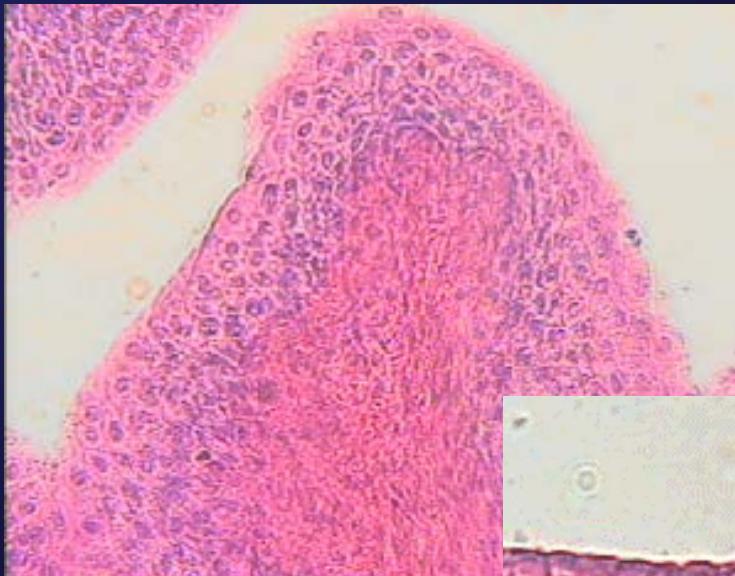
Сенсор двигаясь вдоль линии формирует изображение

Оптические микроскопы



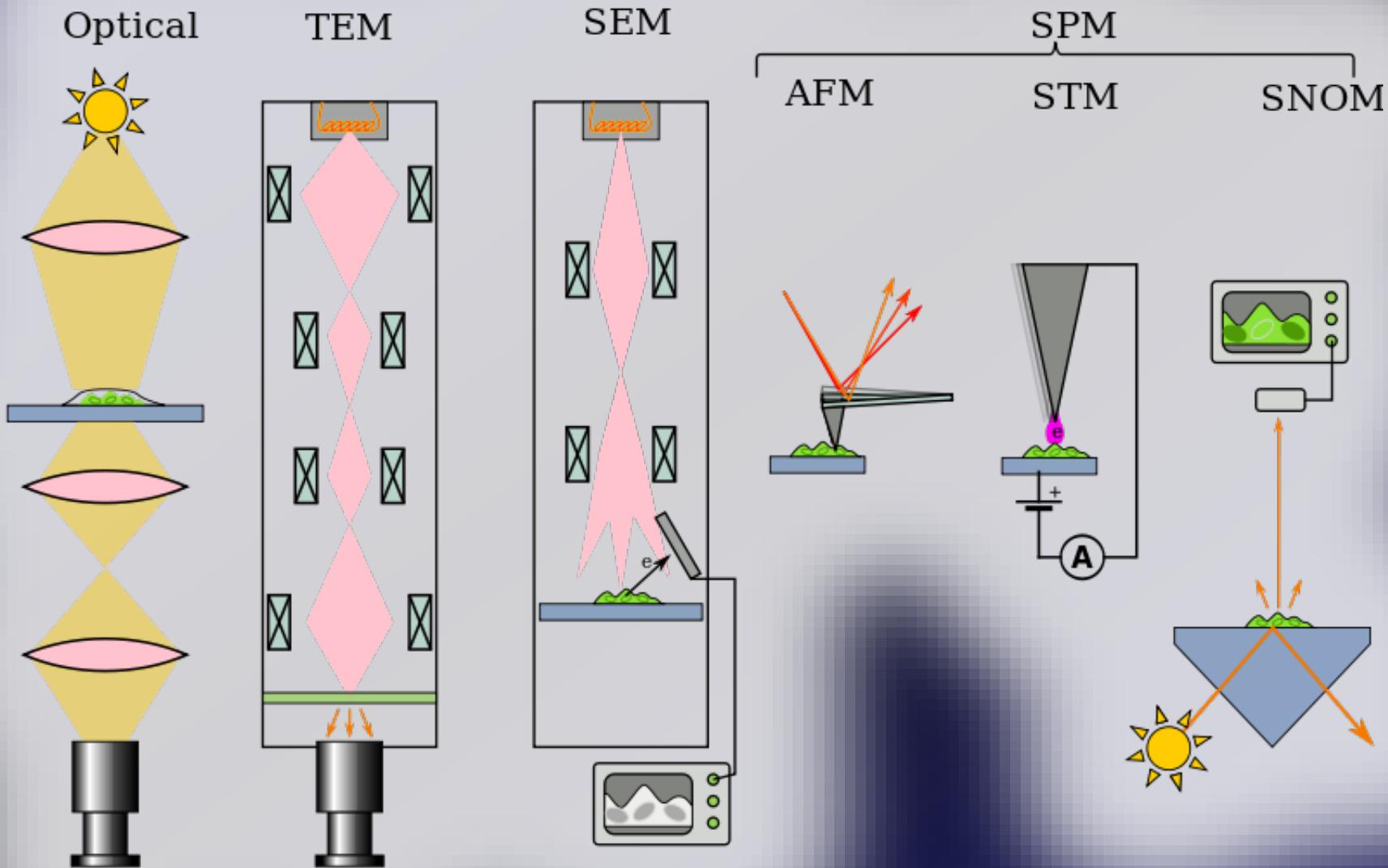
Оптическая система микроскопа состоит из основных элементов — объектива и окуляра. Они закреплены в подвижном тубусе, расположеннном на металлическом основании, на котором имеется предметный столик. Увеличение оптического микроскопа без дополнительных линз между объективом и окуляром равно произведению их увеличений

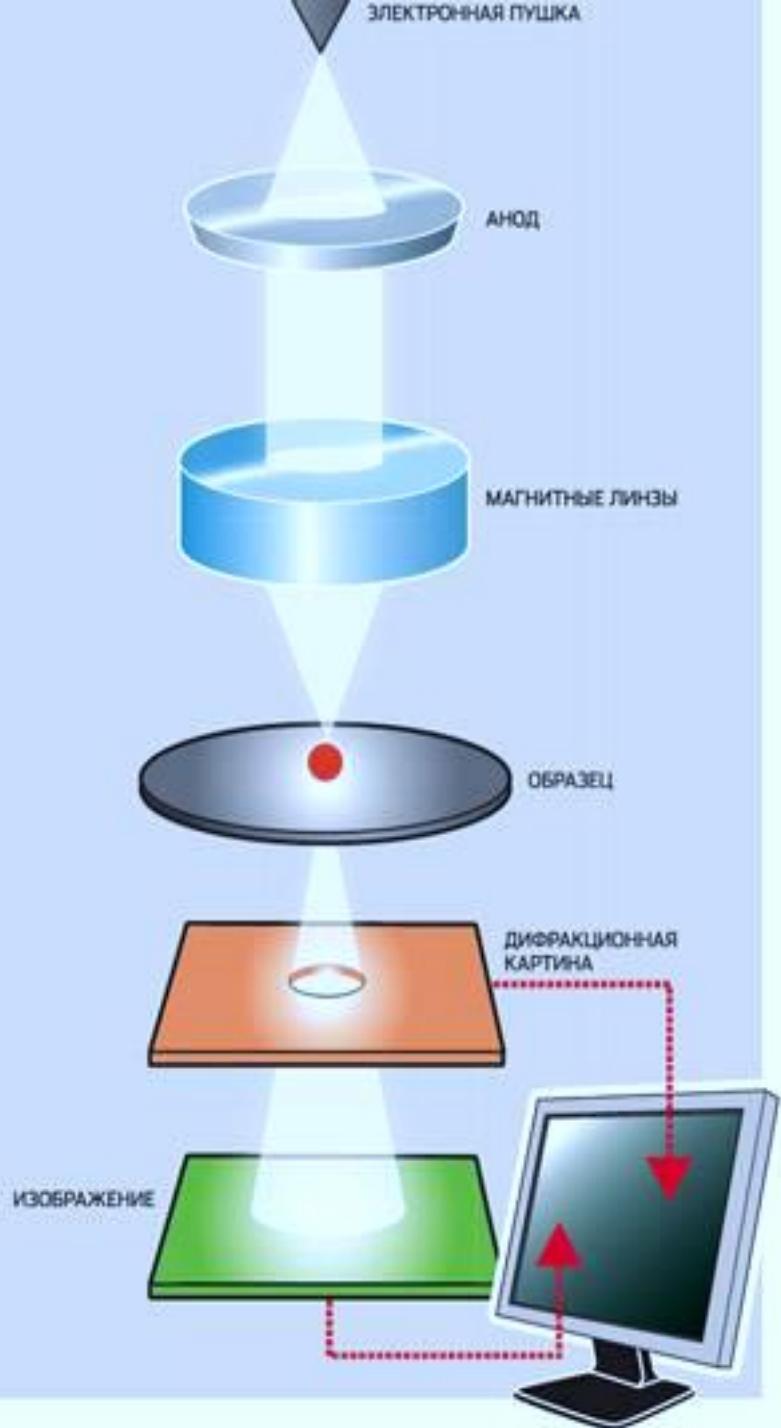
Гистологические изображения



Микроскоп

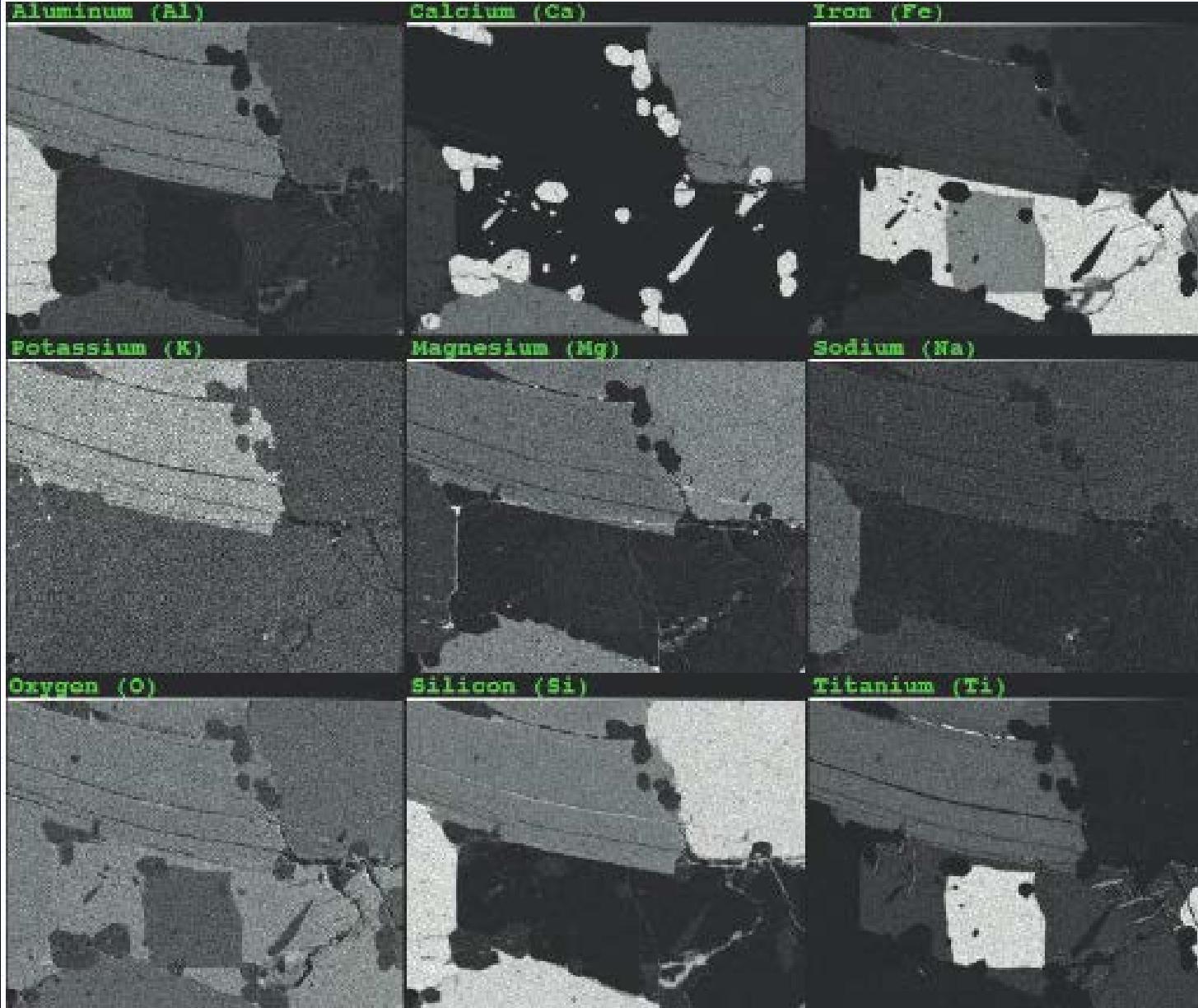
Microscopes





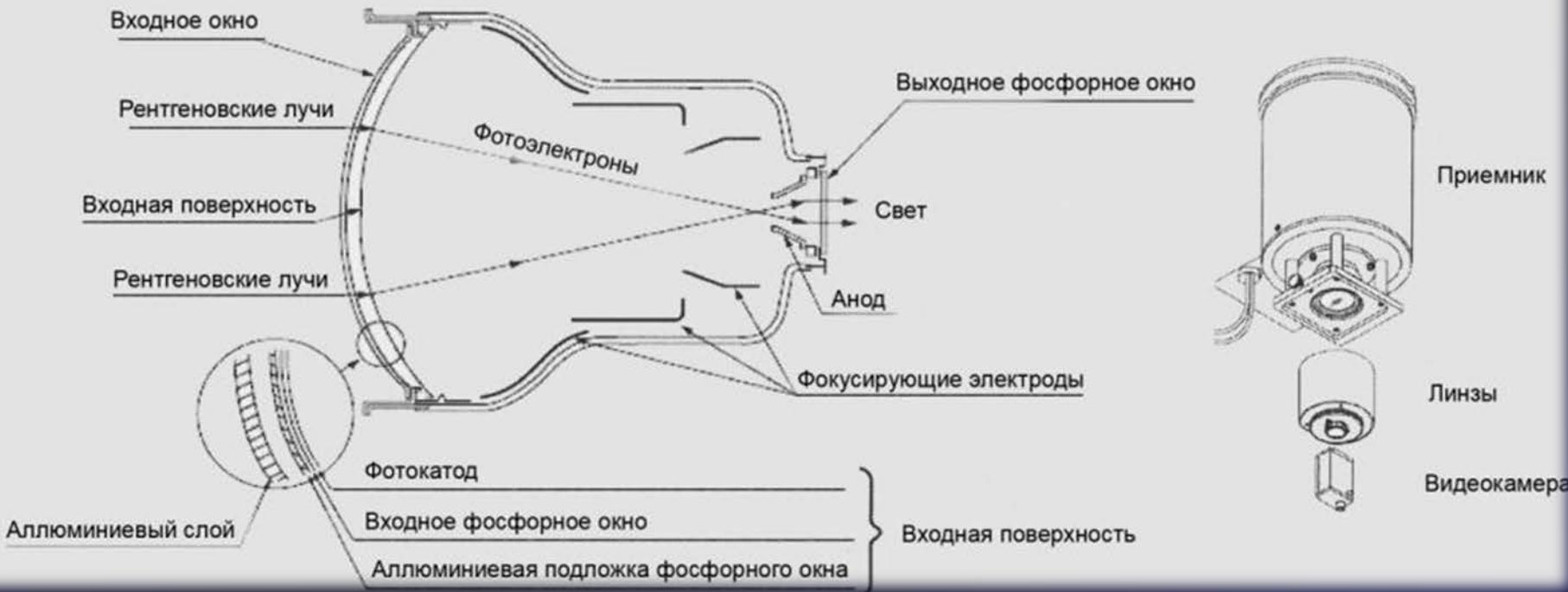
Электронный микроскоп

Работа ЭМ основана на том, что электроны, подобно фотонам, проявляют одновременно и корпускулярные (присущие частицам), и волновые свойства. Разогнанные до высоких энергий, они могут иметь дебройлевскую длину волны в сотые доли нанометра (15 кэВ соответствует 0,01 нм). И хотя электронные линзы значительно уступают оптическим по фокусировочным свойствам, увеличение электронного микроскопа может достигать миллионов раз, а разрешение – десятых долей нанометра.

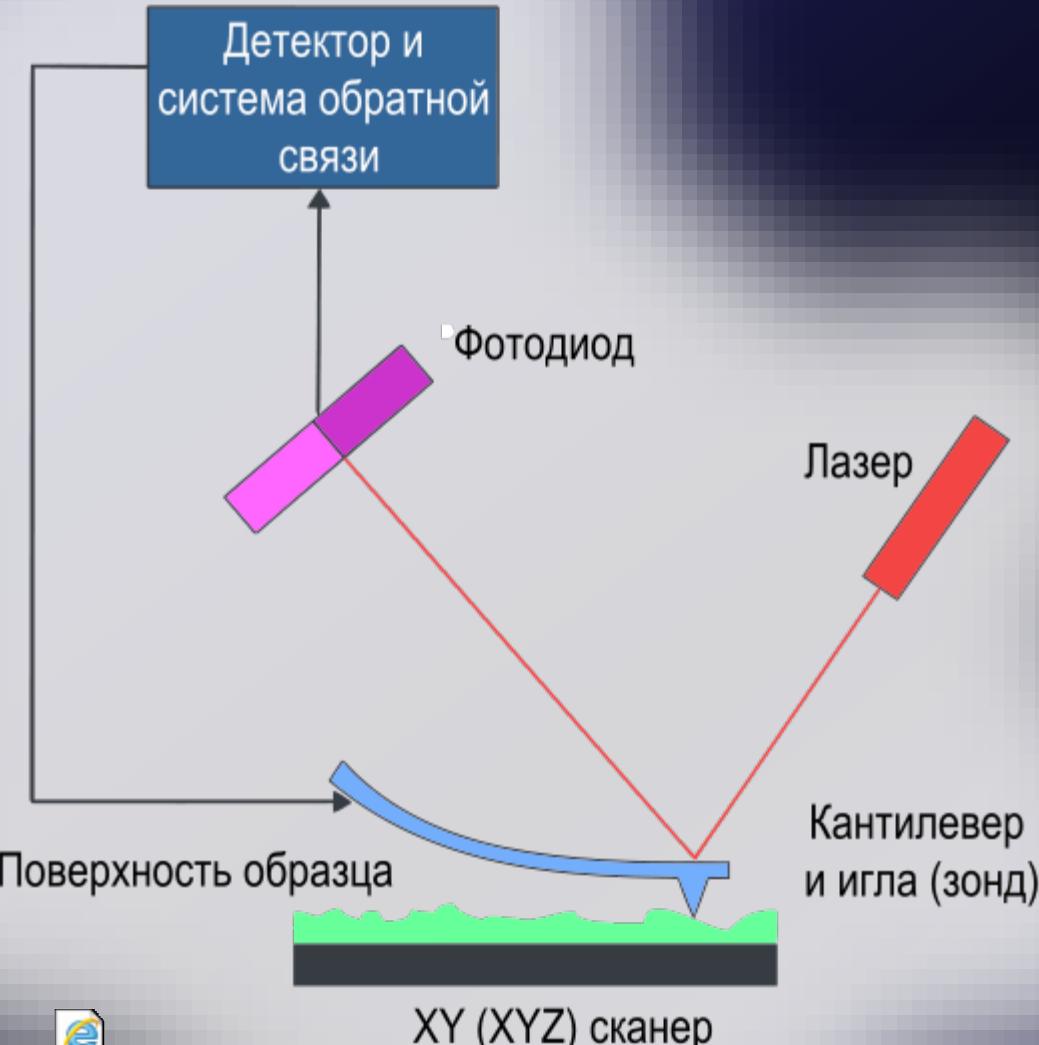


Отдельные элементы рентгеновских изображений отражают локализацию соответствующих элементов в различных минералах в образце.

Рентгеновский электроннооптический преобразователь (РЭОП)



АТОМНО СИЛОВАЯ МИКРОСКОПИЯ



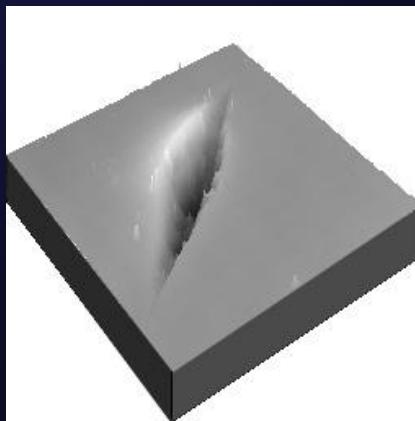
Файл "SWF"

В качестве зонда используется наноразмерное остриё, располагающееся на конце упругой консоли, называемой кантилевером. Сила, действующая на зонд со стороны поверхности, приводит к изгибу консоли. Регистрируя величину изгиба, можно сделать вывод о рельефе поверхности.



AFM Microscopy

атомно-силовая микроскопия



АСМ изображение

Кноп твердость отступ

в металле:

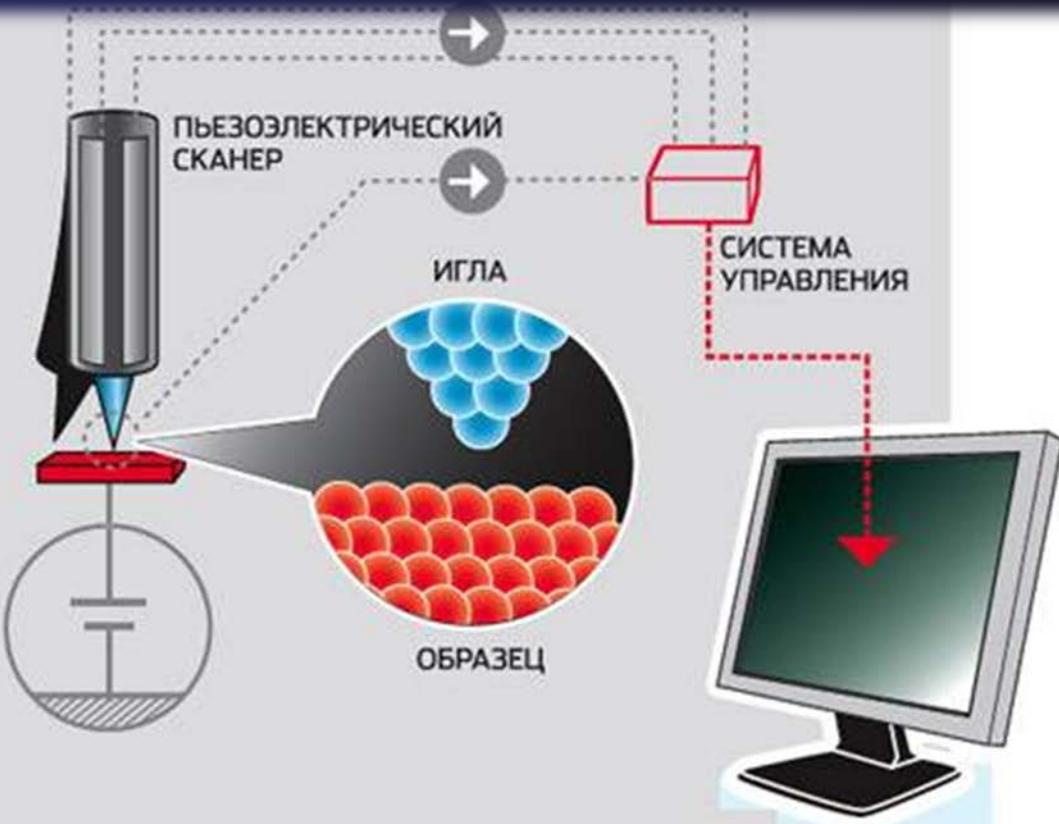
(а) в диапазоне изображение;

(б) ложные цвета добавил;

(с) изометрической рендеринга;

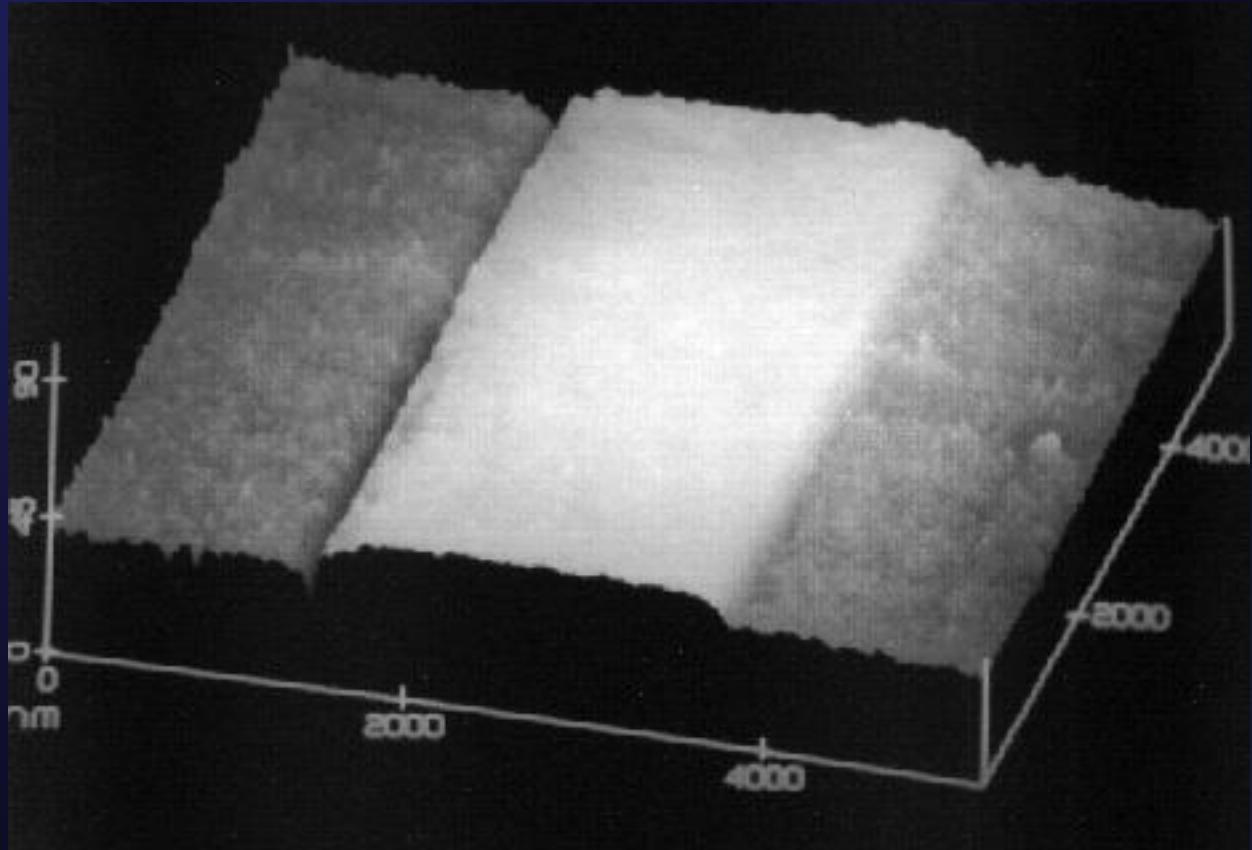
(г) в искусственных цветах добавил

Сканирующий туннельный микроскоп



В процессе сканирования игла движется вдоль поверхности образца, туннельный ток поддерживается стабильным за счёт действия обратной связи, и показания следящей системы меняются в зависимости от топографии поверхности.

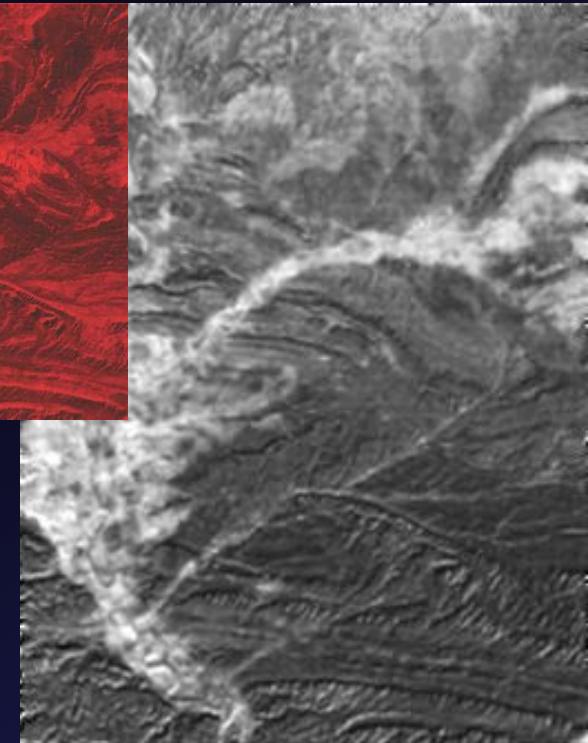
Сканирующий тунNELНЫЙ микроскоп



Изображения
Сканирующего
туннельного
микроскопа (СТМ).
Образец плоским
покрытием кремния, с
очевидным
облегчением
показывая измененные
уровни электронов в
широкой области 2 мкм
с имплантированными
фосфора

Мультиспектральные изображения

Спутниковое изображение



Изображения поверхности в визуальном и инфракрасном цвете 20 км:

- (а) видимого света;
- (б) инфракрасный свет;
- (в) результат фильтрации видимое изображение при 520 нм;
- (г) фильтрование инфракрасное изображение при 1100 нм;
- (е) отношение зеленый (видимый) на красный (ИК) фильтром интенсивности.



(а)



(б)



(с)



(д)

Спутниковые снимки

Группа 1 (синий)

Разрешение 15
метров;

(б) Группа 2 (зеленый)

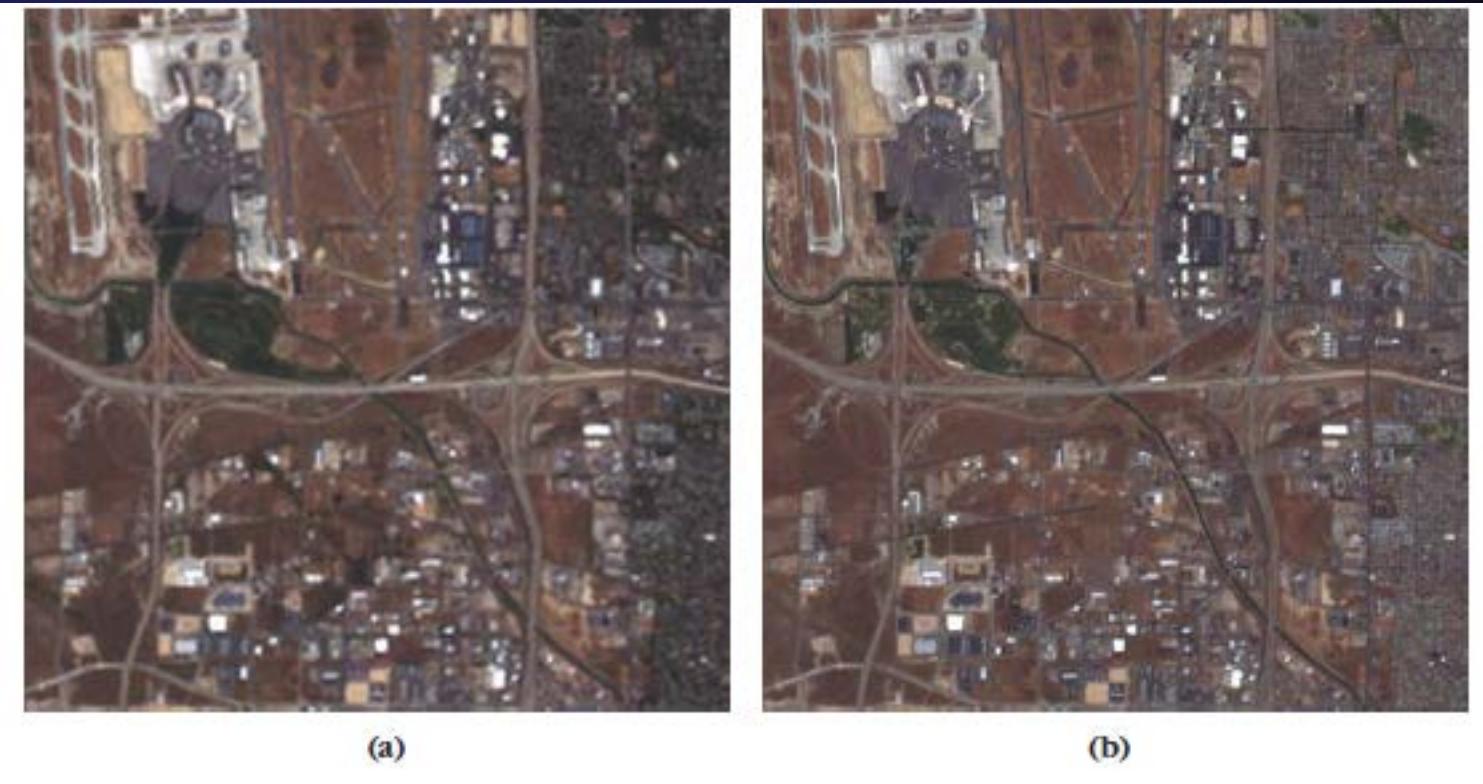
Разрешение 15
метров;

(с) Группа 3 (красный)

Разрешение 15
метров;

(г) панхроматический,

разрешение 5
метров.

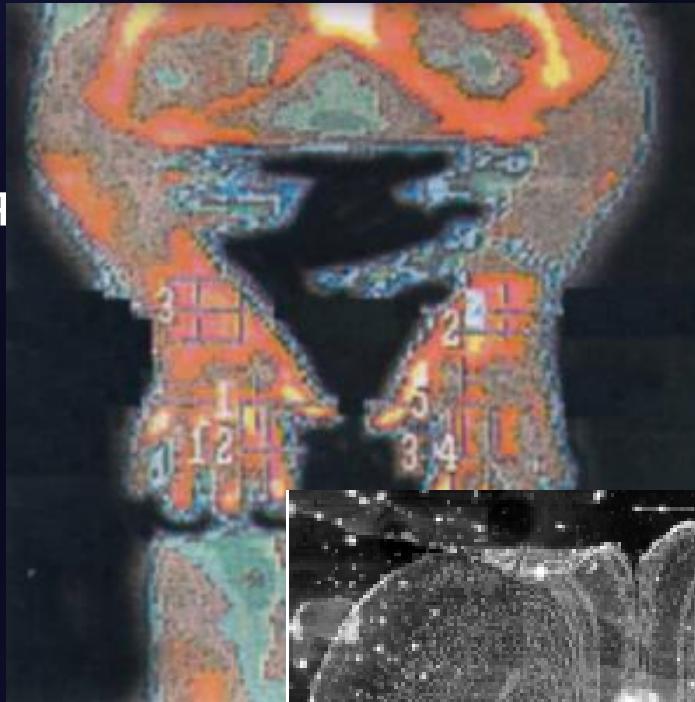


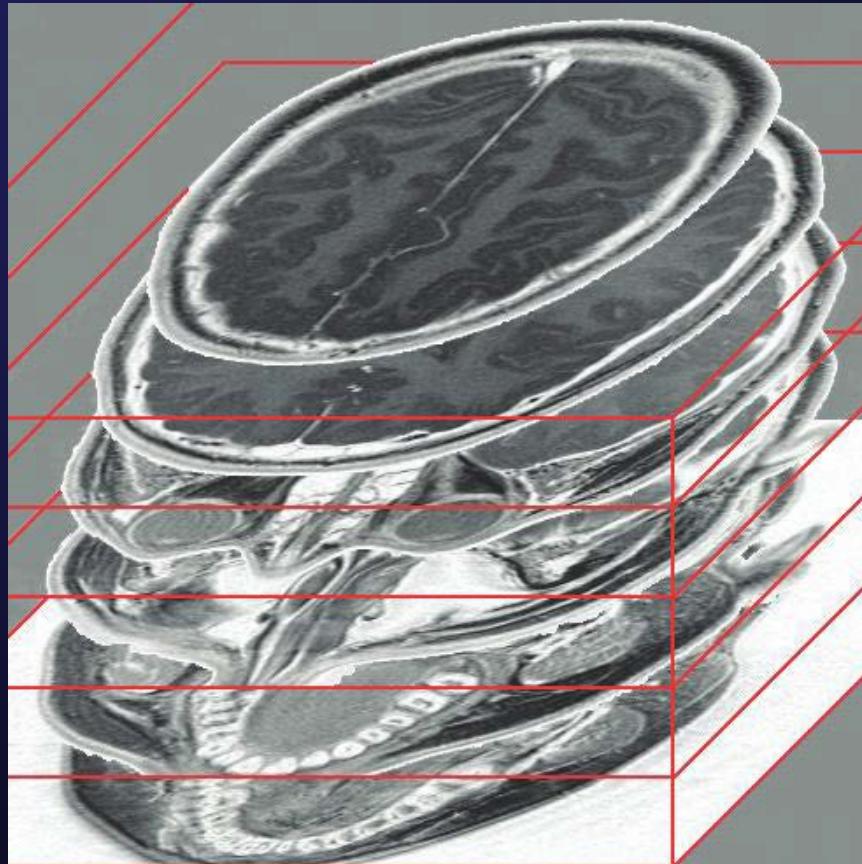
Сочетание планов (увеличенный фрагмент чтобы показать детали):

- (а) гамма композитный использованием 15 изображений разрешением метр,
- (б) замена канала интенсивности (а) с высоким разрешением панхроматической изображения.

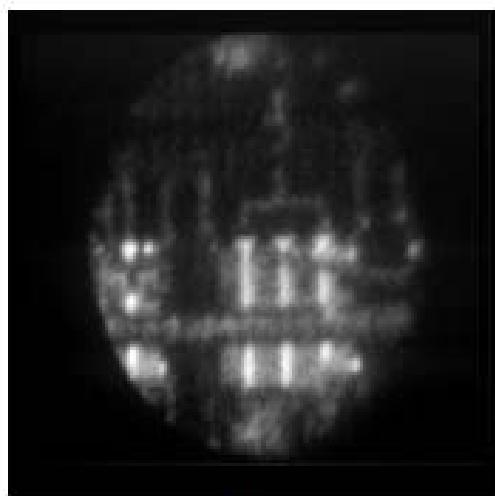
Физиологические изображения

- Физиологическое изображение является синтезированным на основе свойств объекта
- Примером является изображения тепловизора и физиологического контраста

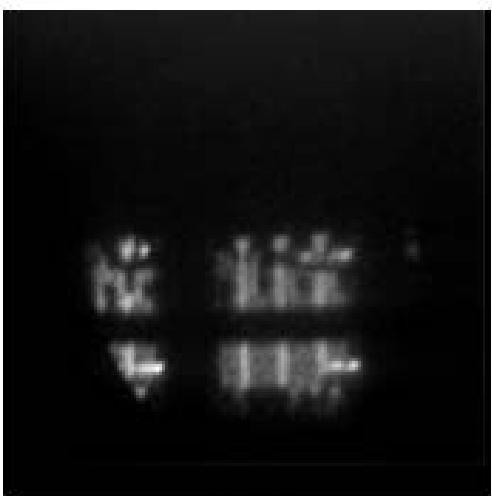




Несколько слоев из пикселей (разрезы человеческой головы) заполнить трехмерное пространство. Воксели (элементы объем) идеально куб для обработки и измерения 3D-изображений.



(а)



(б)



(с)



(д)

SIMS (вторичной ионной масс-спектрометр) изображения бора имплантирован в микроэлектронное устройство. Изображения из последовательности 29 изображений, охватывающих в общей сложности около 1 мкм в глубину. Каждое изображение получается путем физического удаления слоев атомов с поверхности, которая разъедает образца постепенно выявить структуры на большей глубине.

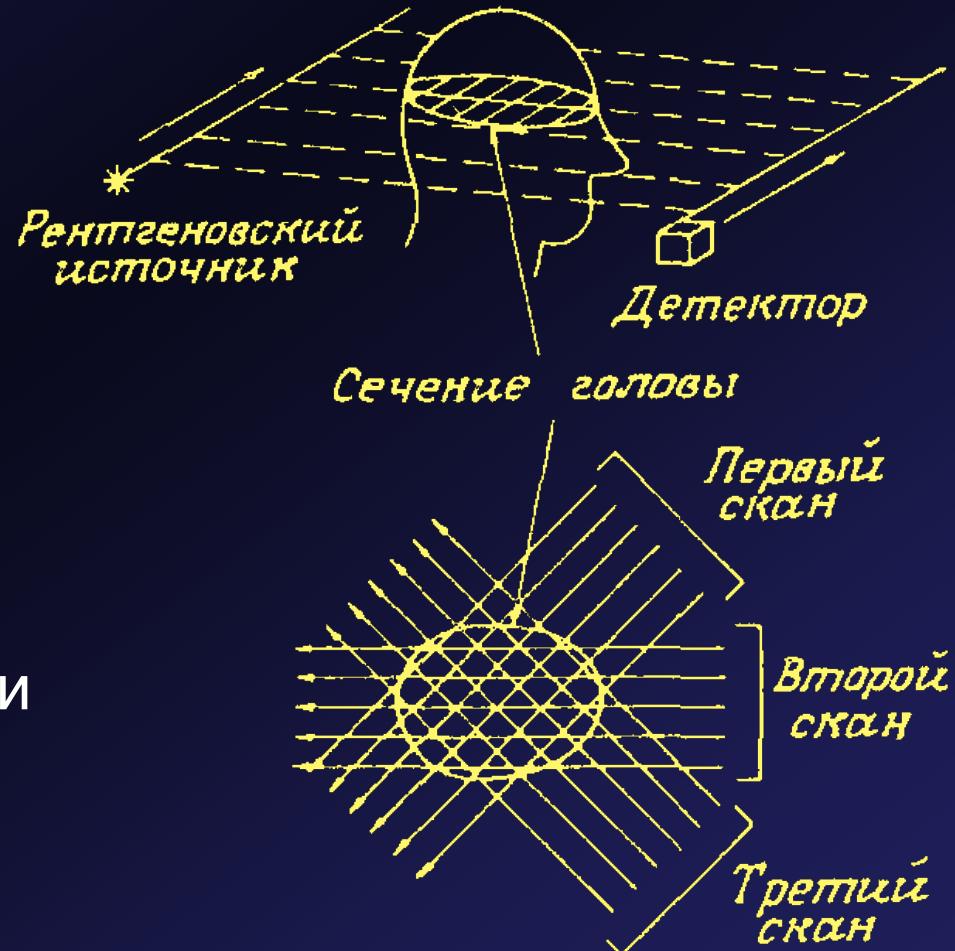
Компьютерная томография

- В настоящее время в медицинских исследованиях широко используются компьютерные томографы. С их помощью можно получить поперечное компьютерно-томографическое изображение. Это изображение имеет целый ряд преимуществ, включая возможность его реконструкции в нужной проекции, а также высокую способность к передаче низкоконтрастных объектов, которая у компьютерных томографов значительно выше, чем у других методов построения рентгеновского изображения.



Компьютерная томография

Рентгеновский пучок
проходит через
объект и
регистрируется на
другой стороне



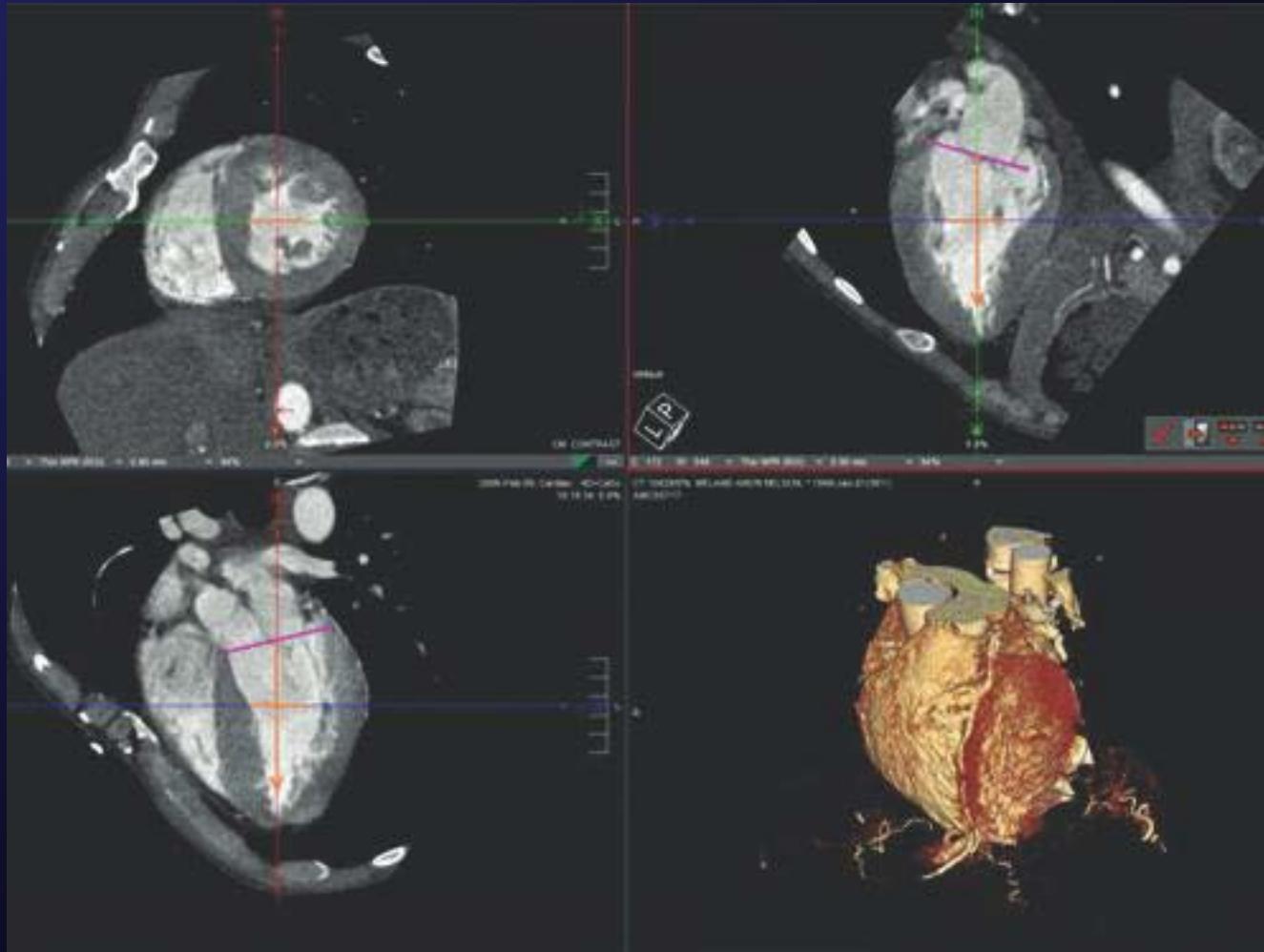
Цикл сканирования
повторяется под
несколькими угловыми
ракурсами

Компьютерная томография

принципы получения изображения

Проекции определяются как логарифм прозрачности объекта для рентгеновского излучения для каждого угла томографа



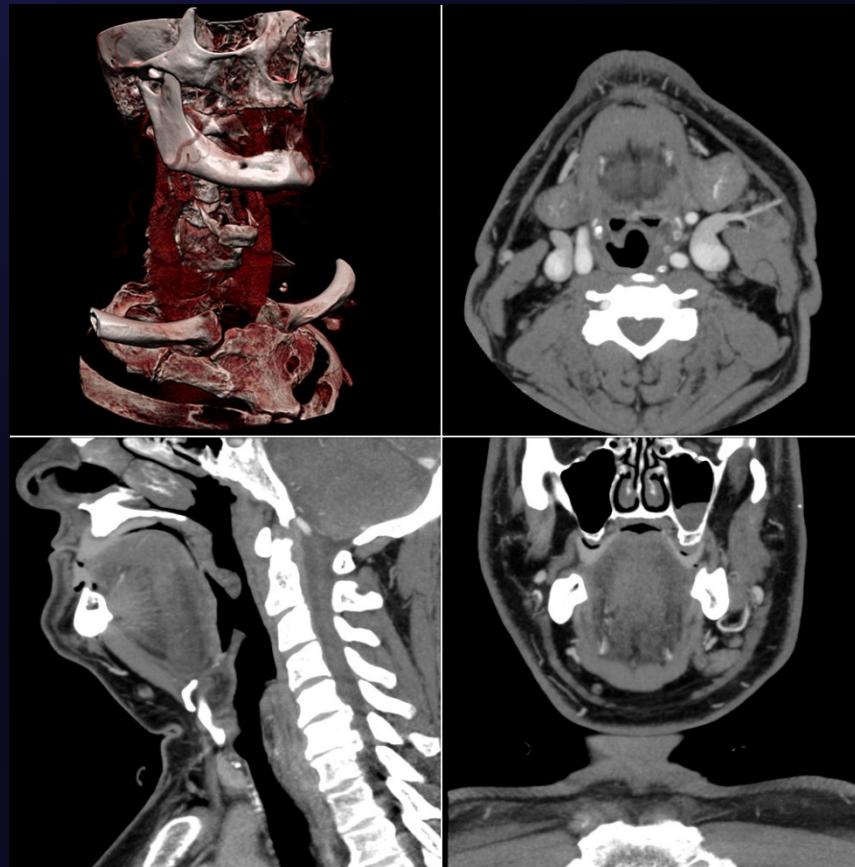


Медицинский дисплей объединения изображения
секущих плоскостей с реконструкцией поверхности.

Компьютерная томография

изображения и проекции

3D
реконструкция



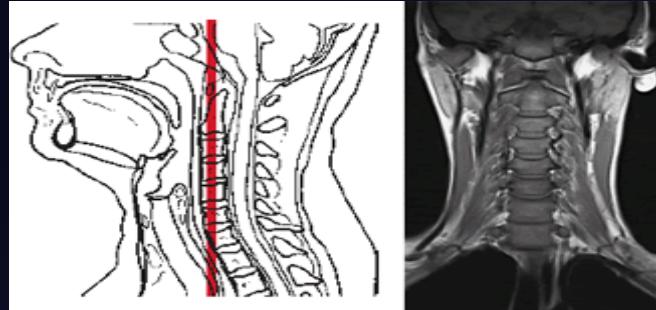
Сагиттальная
проекция

коронарная
(фронтальная)
проекция

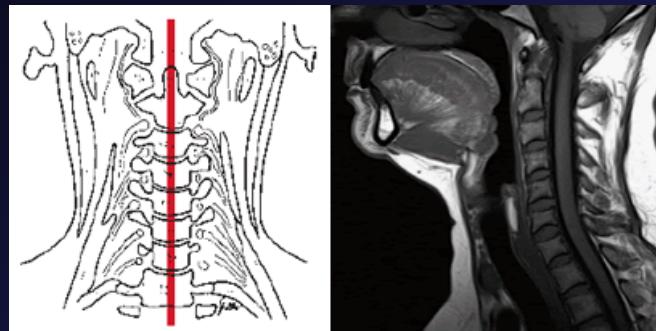
Аксиальная
проекция

Компьютерная томография изображения и проекции

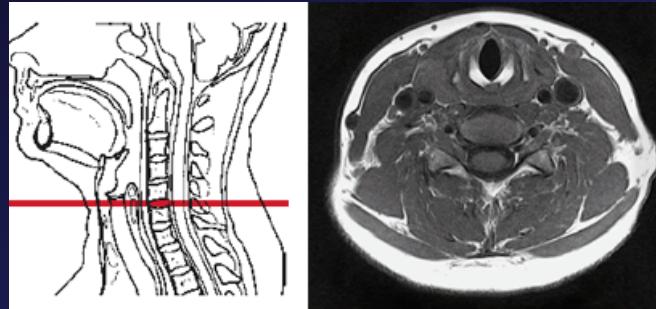
*Скан шейного отдела
позвоночника во фронтальной
проекции*



*Скан шейного отдела
позвоночника в аксиальной
проекции*



*Скан шейного отдела
позвоночника в сагиттальной
проекции*



Компьютерная томография

Шкала Хаунсфилда

Для визуальной и количественной оценки плотности визуализируемых методом компьютерной томографии структур используется шкала ослабления рентгеновского излучения, получившая название шкалы Хаунсфилда. Диапазон единиц шкалы, соответствующих степени ослабления рентгеновского излучения анатомическими структурами организма, составляет в среднем от — 1024 до + 1024 (в практическом применении эти величины могут несколько отличаться на разных аппаратах).

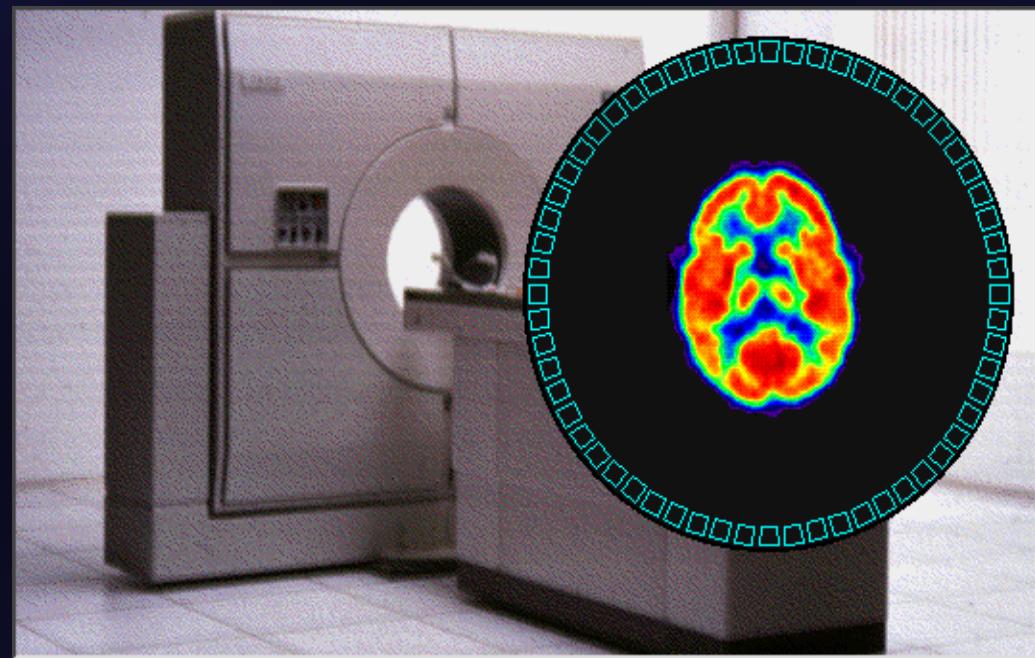
$$\frac{\mu_X - \mu_{water}}{\mu_{water} - \mu_{air}} \times 1000$$

где μ_{water} и μ_{air} - линейные коэффициенты ослабления для воды и воздуха при стандартных условиях.

Вещество	НУ
Воздух	-1000
Жир	-120
Вода	0
Мягкие ткани	+40
Кости	+400 и выше

ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

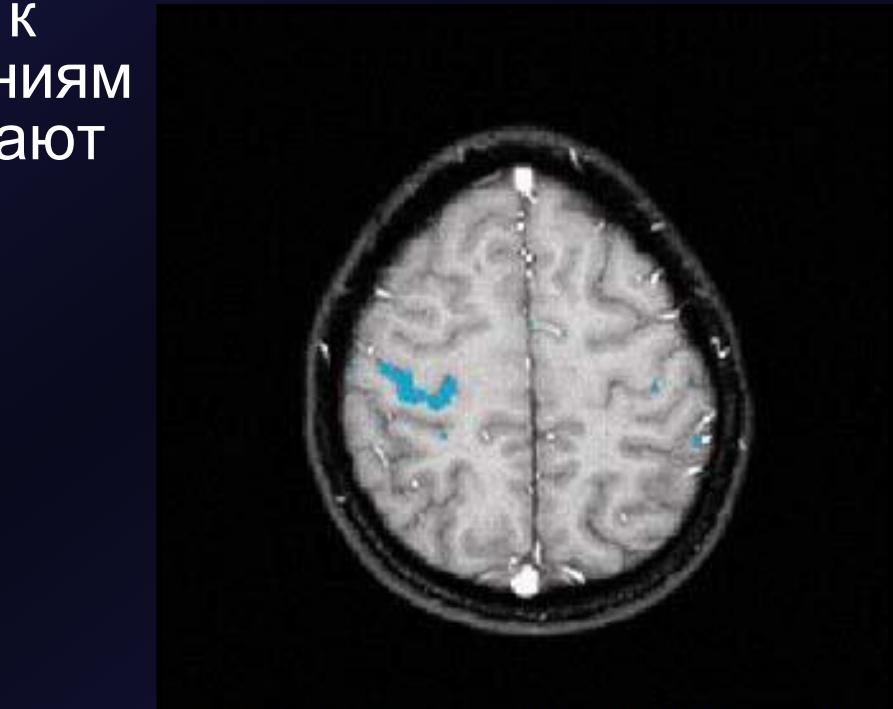
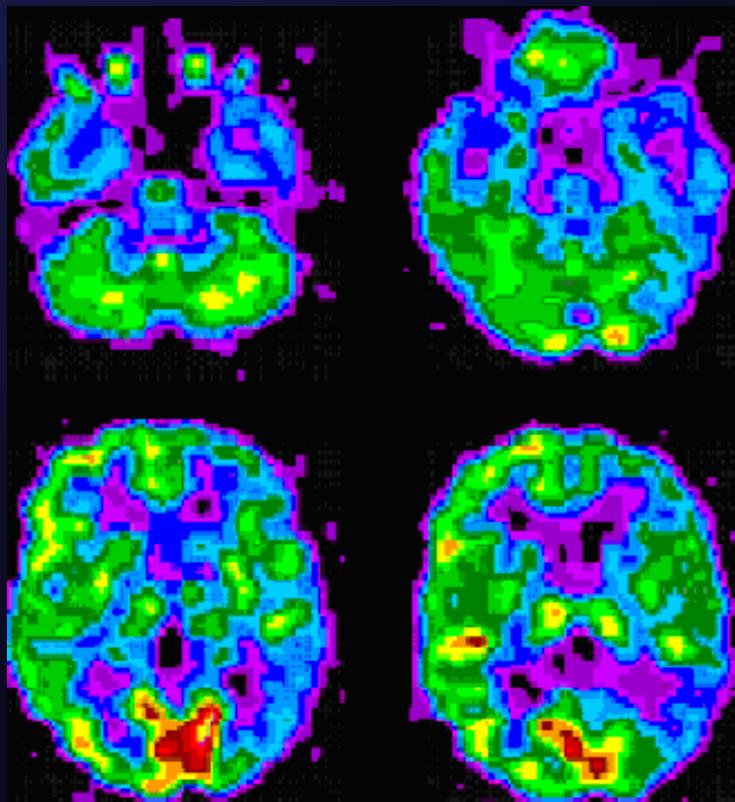
Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) — это новейший метод радионуклидной диагностики, основанный на применении *радиофармпрепаратов (РФП)*, меченых изотопами — позитронными излучателями.



Более 90% исследований с помощью ПЭТ составляют онкологические исследования. Расширяются возможности ПЭТ для диагностики в неврологии и кардиологии.

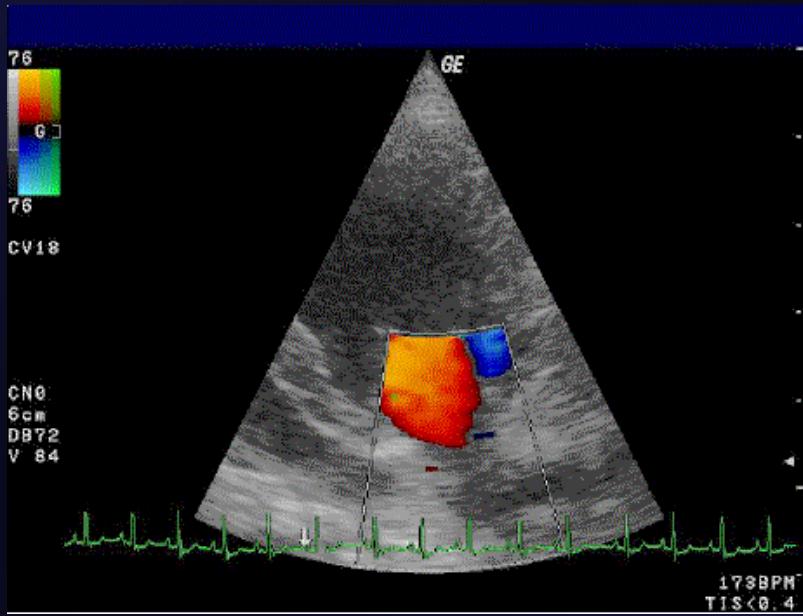
ПЭТ-ТОМОГРАММЫ

ПЭТ-томограммы относятся к физиологическим изображениям внутренних органов и отражают функциональные аспекты деятельности организма.



Ультразвуковое исследование (УЗИ)

Ультразвуковое исследование (УЗИ) — неинвазивное исследование организма человека или животного с помощью ультразвуковых волн.



Ультразвуковое исследование (УЗИ)

Традиционно и в основном используются пять типов датчиков:

Механические секторные датчики.

Аннулярные датчики.

Линейные датчики.

Конвексные датчики.

Датчики с фазированным сканированием.

Эти пять основных видов датчиков различаются согласно:

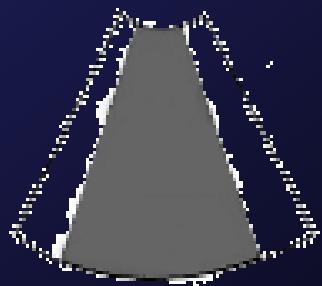
методу формирования ультразвуковых колебаний;

методу излучения;

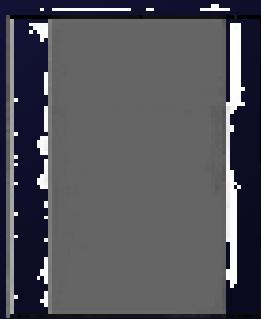
создаваемому ими формату изображения на экране монитора.

Ультразвуковое исследование (УЗИ)

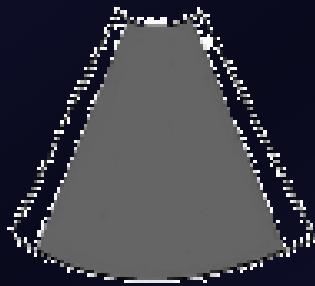
Форматы изображения, получаемые при помощи различных датчиков.



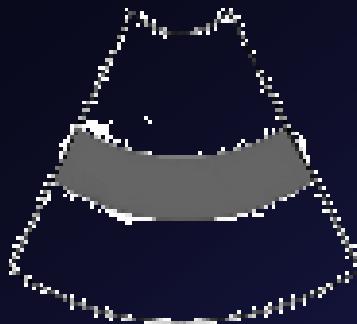
Фазированные
датчики



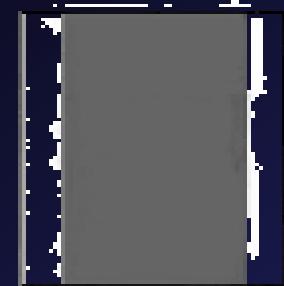
Линейные
датчики



Конвексные
датчики



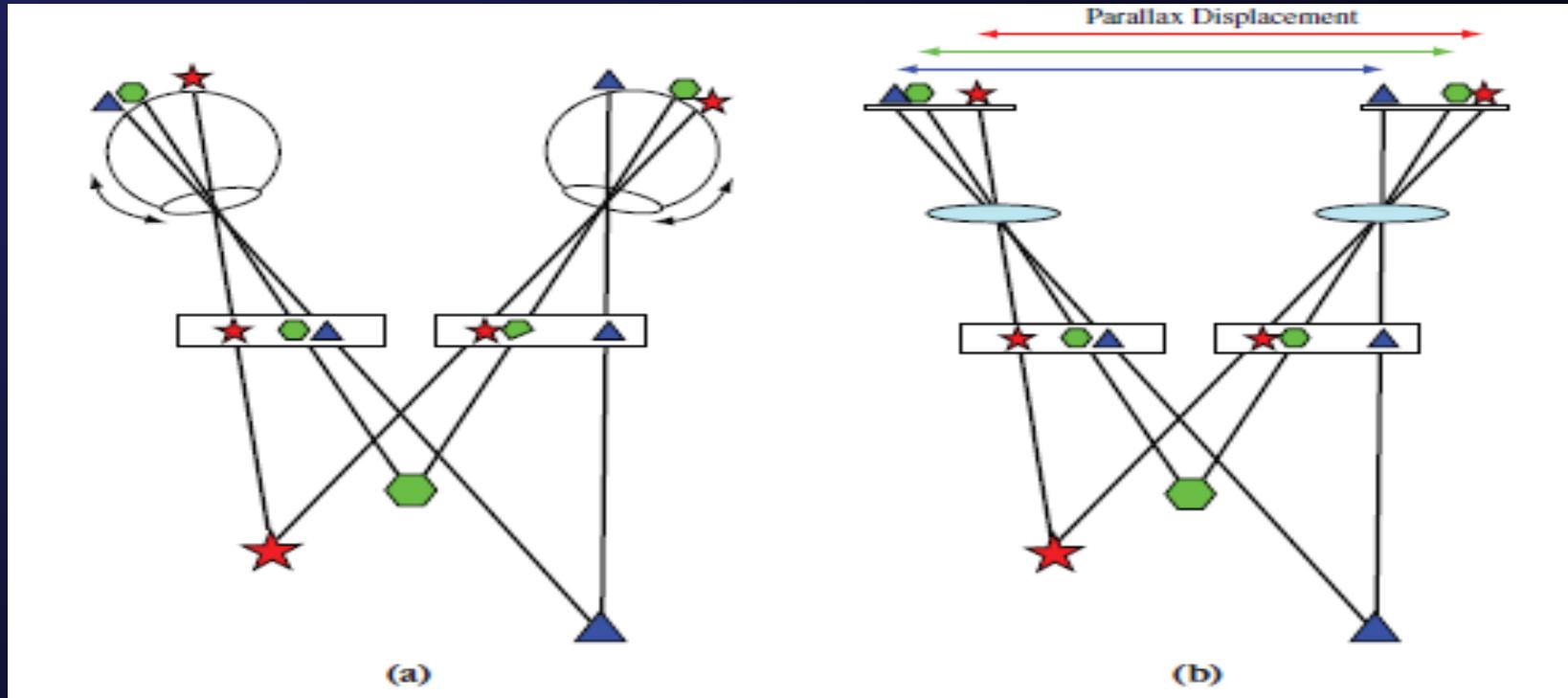
Механические
секторные
датчики



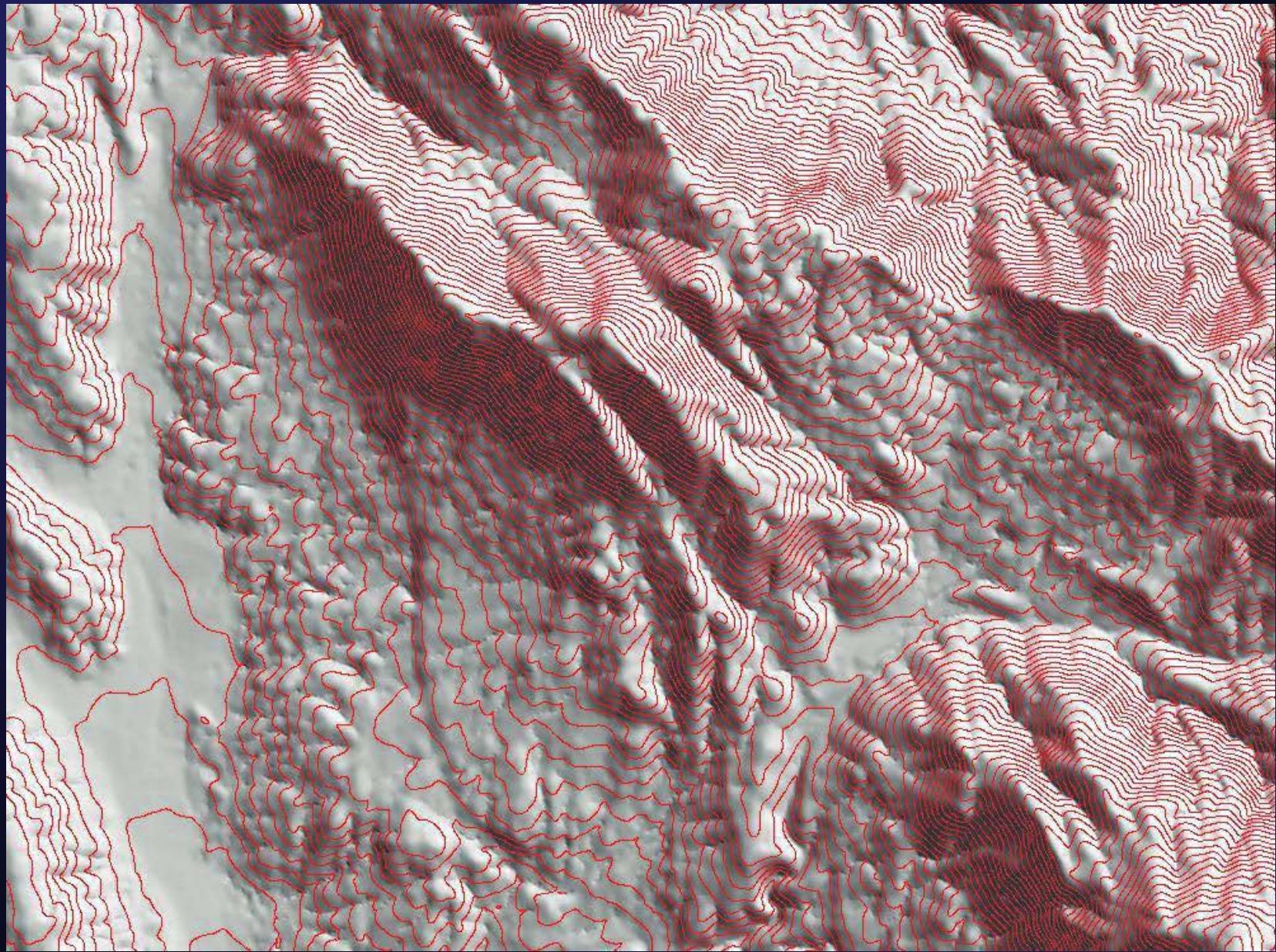
Аннулярные
датчики

Темным фоном выделены зоны с наилучшим разрешением

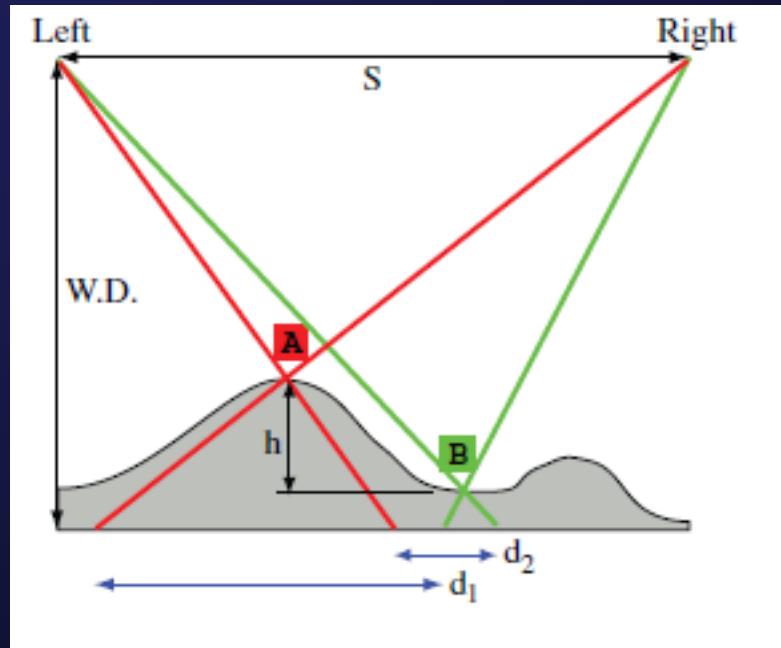
Стереоскопия (АНИОГЛИФ)



Стереоскопическое восприятие глубины: (а) Относительное расстояние до каждой функции, определенной в обоих левого и правого глаз видом задается различий в углах вергентных накотором глаза должны вращаться внутрь, чтобы довести каждый признак с центральной точки в каждом глазу. Это достигается одной особенностью за один раз. (б) Измерение изображений для получения фактических расстояний использует различные смещения параллаксособенностей в двух образах. Расстояние между двумя точками должно быть известно. Нахождение функции в обоих изображениях является наиболее сложной частью задачи для автоматизированного анализа.



Топографическая карта контуров происходит от перекрытия стерео аэрофотоснимки, которые накладываются на одном из изображений.



Геометрия используется для измерения разности вертикальной высоты между объектами просматривать в двух различных изображений, полученных путем сдвига образца или точку зрения (обычно используется для аэрофотосъемки).



Аниоглиф



стерео зрения с цветными изображениями (вверху) и комбинации красного канала из левого глаза изображения с зеленой и синей каналов из правого глаза изображение, которое можно просматривать с красно-бирюзовой очков.

Форматы изображений

- TIFF
- JPEG
- PGM, PPM
- PNM
- BMP
- MPEG
- Quick Time...

Пространственное и полутоновое изображение

- Пространственное разрешение:
 - » число Образцов на единицу длины или площади
 - » DPI: точек на дюйм определяет размер индивидуального пикселя
 - » Если размер пикселя поддерживается постоянным, размер изображения будет влиять на пространственное разрешение
- Полутоновое разрешение уровней:
 - » Количество бит на пиксель : Обычно 8 бит
 - » Цветное изображение имеет 3 Плана изображения, чтобы получить $8 \times 3 = 24$ бит / пиксел
 - » Слишком мало уровней могут вызвать ложные контуры

То же Размер Пикселя, разные размеры

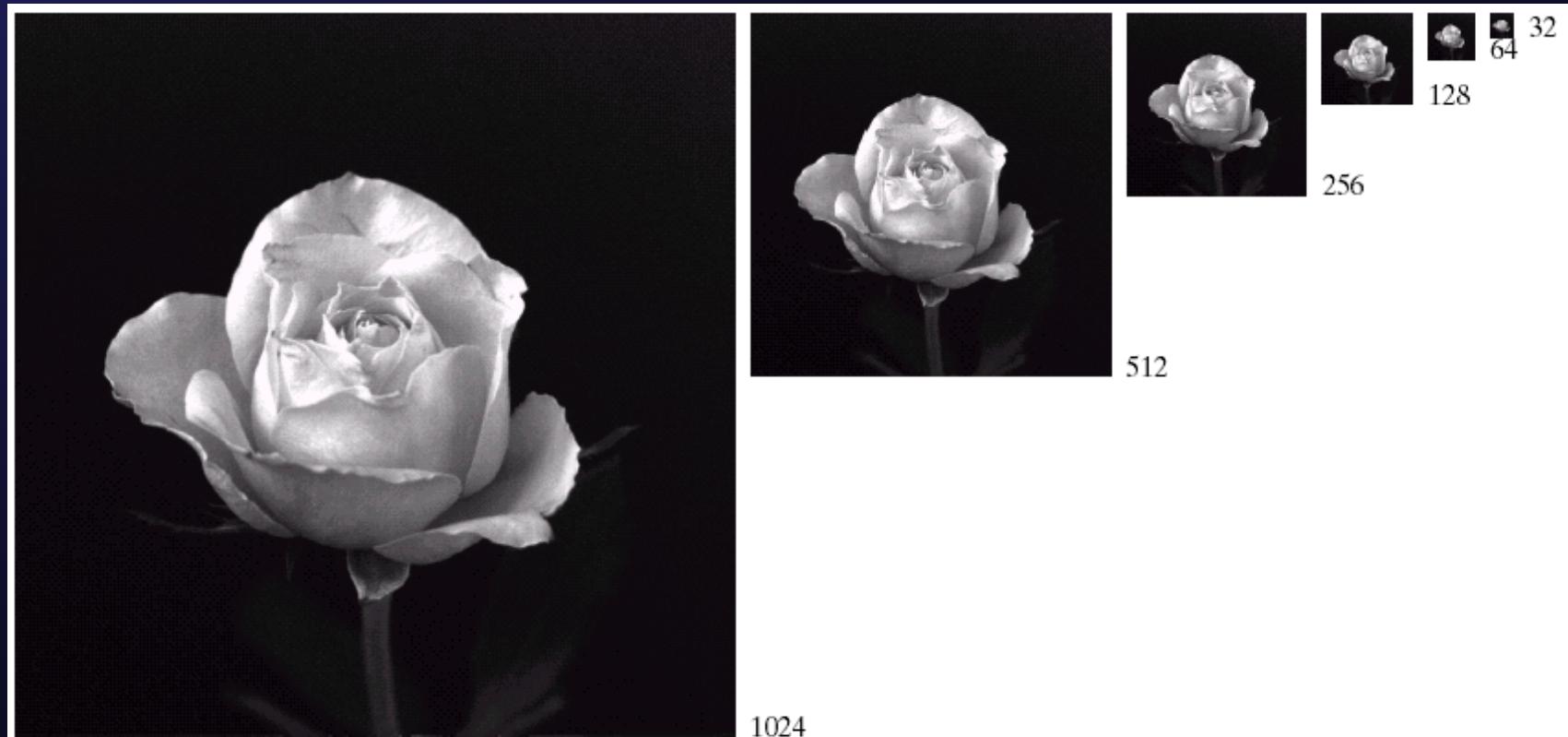
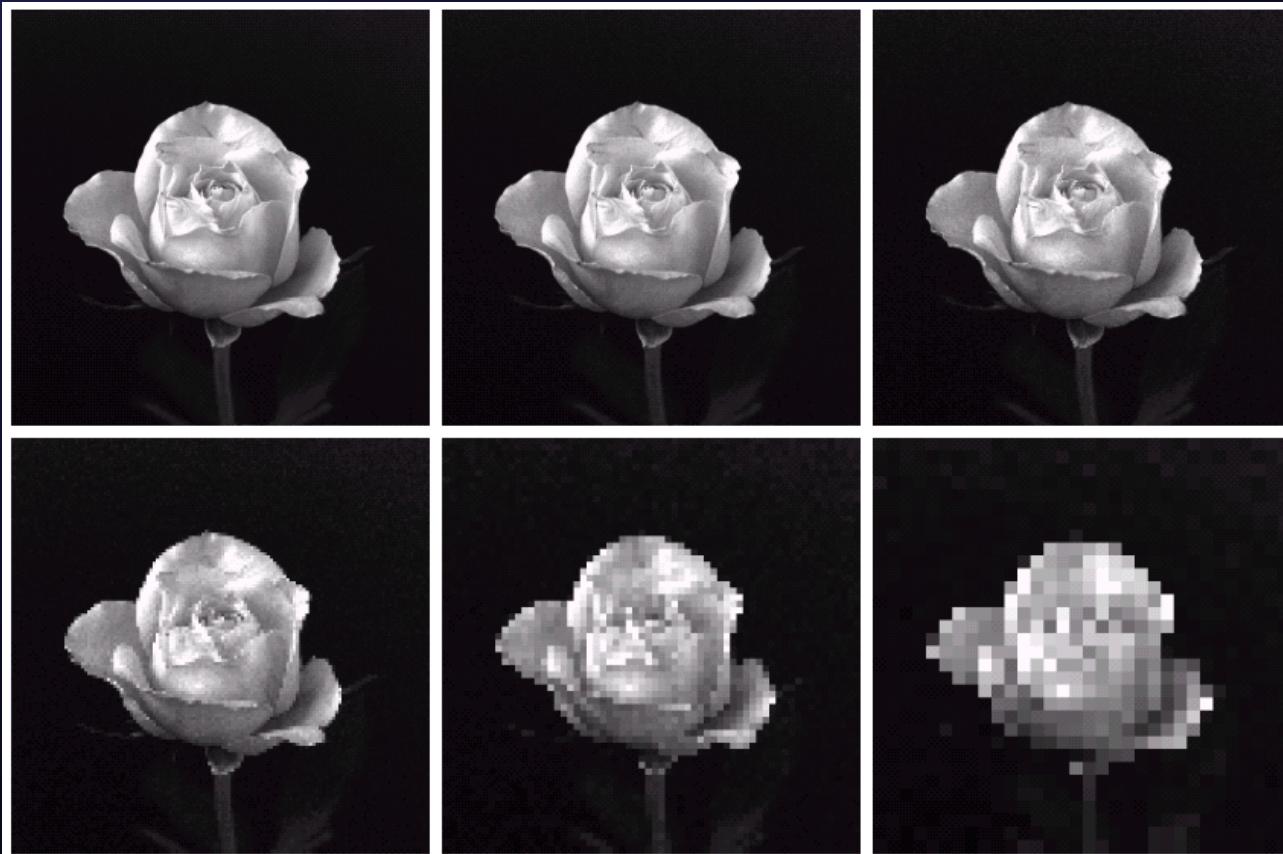


FIGURE 2.19 A 1024×1024 , 8-bit image subsampled down to size 32×32 pixels. The number of allowable gray levels was kept at 256.

Одинаковый размер, но пиксели разные



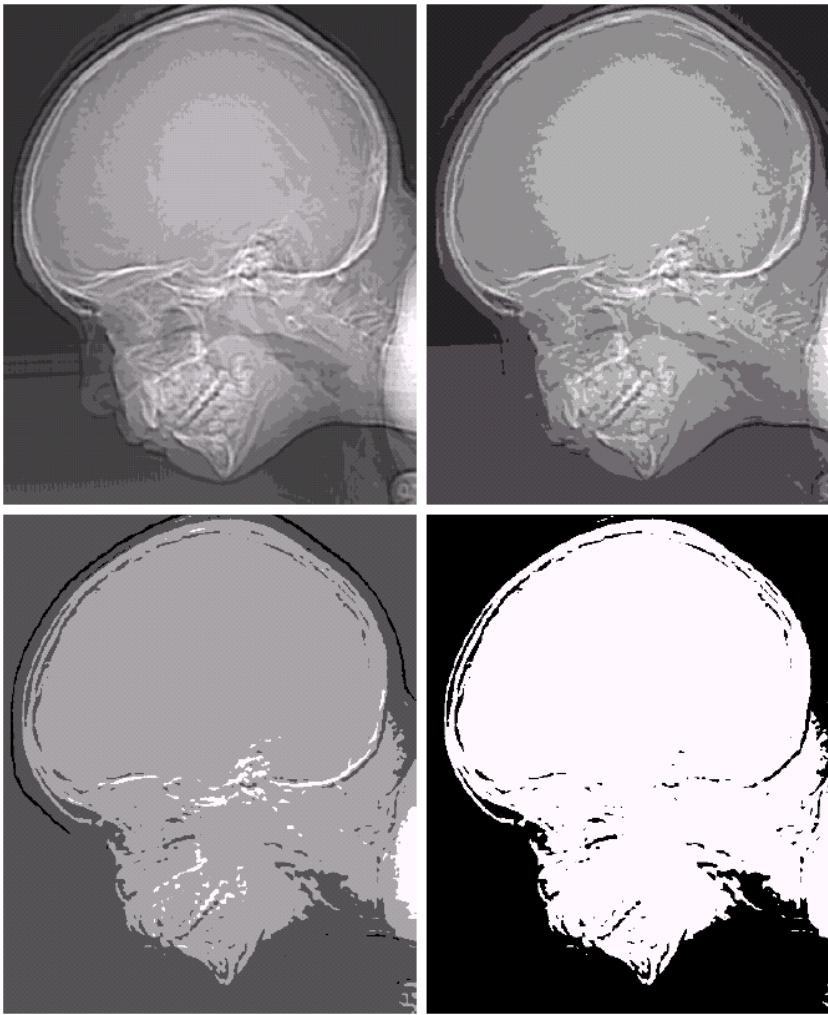
a	b	c
d	e	f

FIGURE 2.20 (a) 1024×1024 , 8-bit image. (b) 512×512 image resampled into 1024×1024 pixels by row and column duplication. (c) through (f) 256×256 , 128×128 , 64×64 , and 32×32 images resampled into 1024×1024 pixels.

Разный полутонаовый уровень

e f
g h

FIGURE 2.21
(Continued)
(e)–(h) Image
displayed in 16, 8,
4, and 2 gray
levels. (Original
courtesy of
Dr. David
R. Pickens,
Department of
Radiology &
Radiological
Sciences,
Vanderbilt
University
Medical Center.)



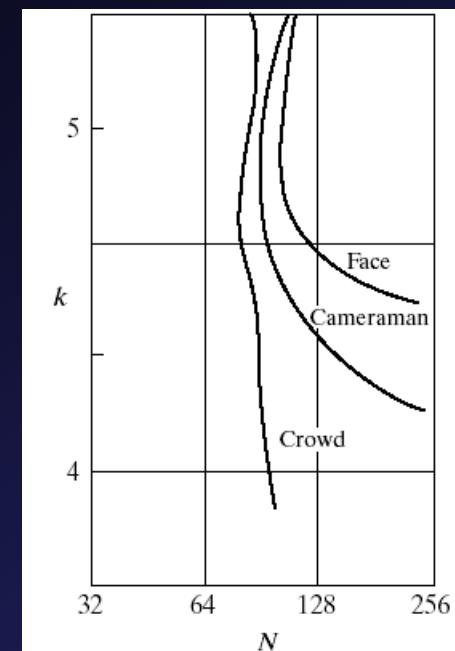
Размер, уровни квантования и детализация



a b c

FIGURE 2.22 (a) Image with a low level of detail. (b) Image with a medium level of detail. (c) Image with a relatively large amount of detail. (Image (b) courtesy of the Massachusetts Institute of Technology.)

Isopreference curves



Aliasing: Moiré Effect

альясинг - муар

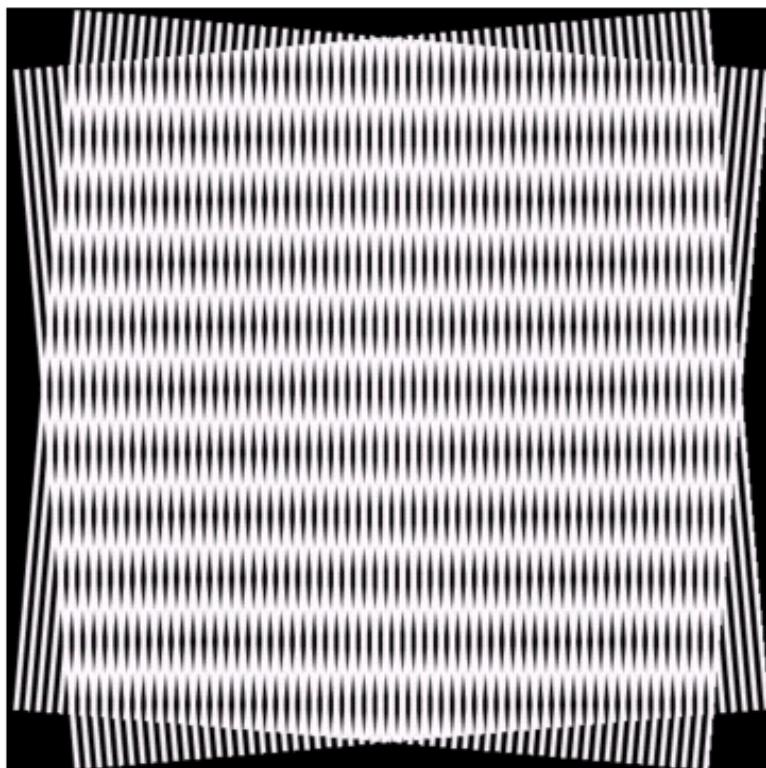


FIGURE 2.24 Illustration of the Moiré pattern effect.

ЗУМ И ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

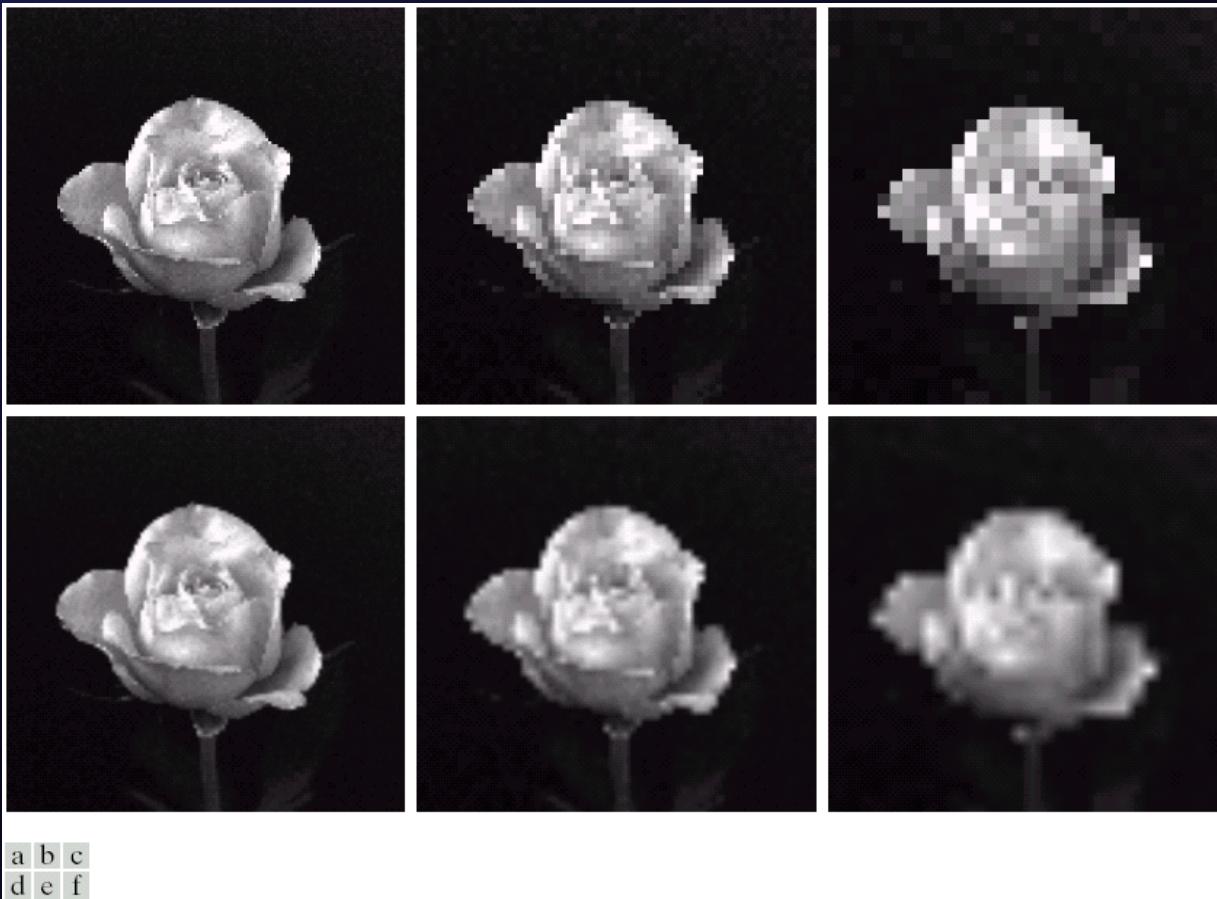
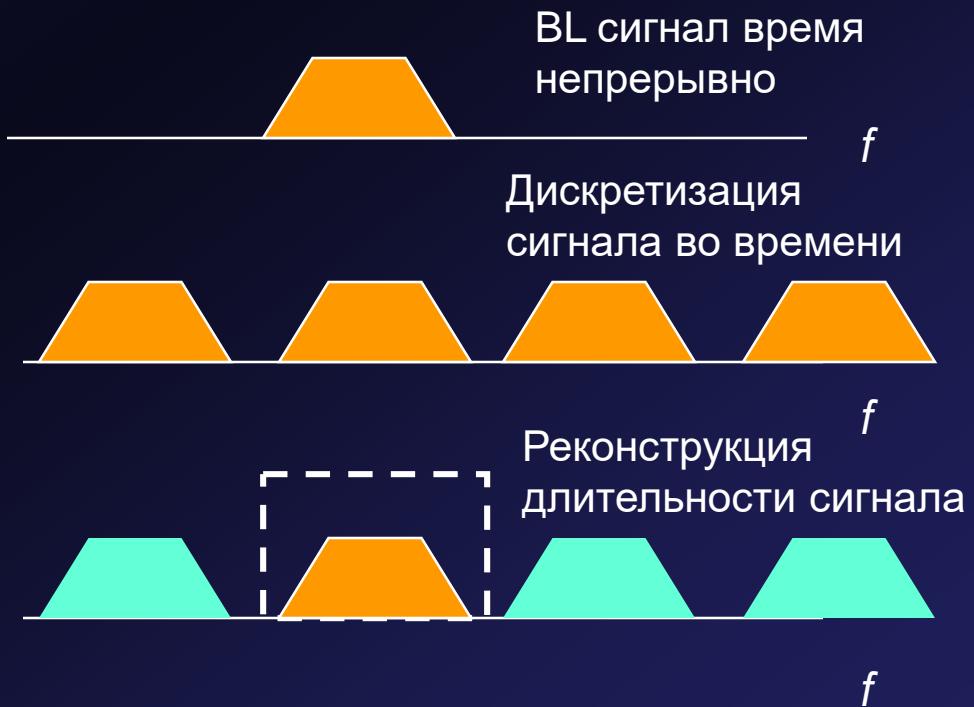


FIGURE 2.25 Top row: images zoomed from 128×128 , 64×64 , and 32×32 pixels to 1024×1024 pixels, using nearest neighbor gray-level interpolation. Bottom row: same sequence, but using bilinear interpolation.

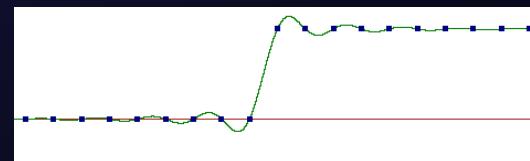
Теория дискретизации

- Непрерывный сигнал с ограниченной полосой может быть восстановлен прекрасно от своих образцов с дискретным временем, если частота дискретизации выше Найквиста

- Интерпретация частотной области:



The effect of the Gibbs



digital



sinc-interpolation



other interpolation