

Цифровая обработка сигналов и изображений

Введение в цифровую обработку изображений

2016/2017 учебный год

Лукашевич М.М., доцент кафедры ЭВМ

Литература

Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. – М. Техносфера, 2007. – 584 с.

Гонсалес, Р., Вудс, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.

Шапиро, Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2009. – 760 с.

Форсайт, Д., Понс, Ж. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 928.

Старовойтов, В.В. Цифровые изображения : от получения до обработки / В.В. Старовойтов, Ю.И. Голуб. – Мн.: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – 202 с.

Гонсалес, Р., Вудс, Р., Эддинс, С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

План лекции

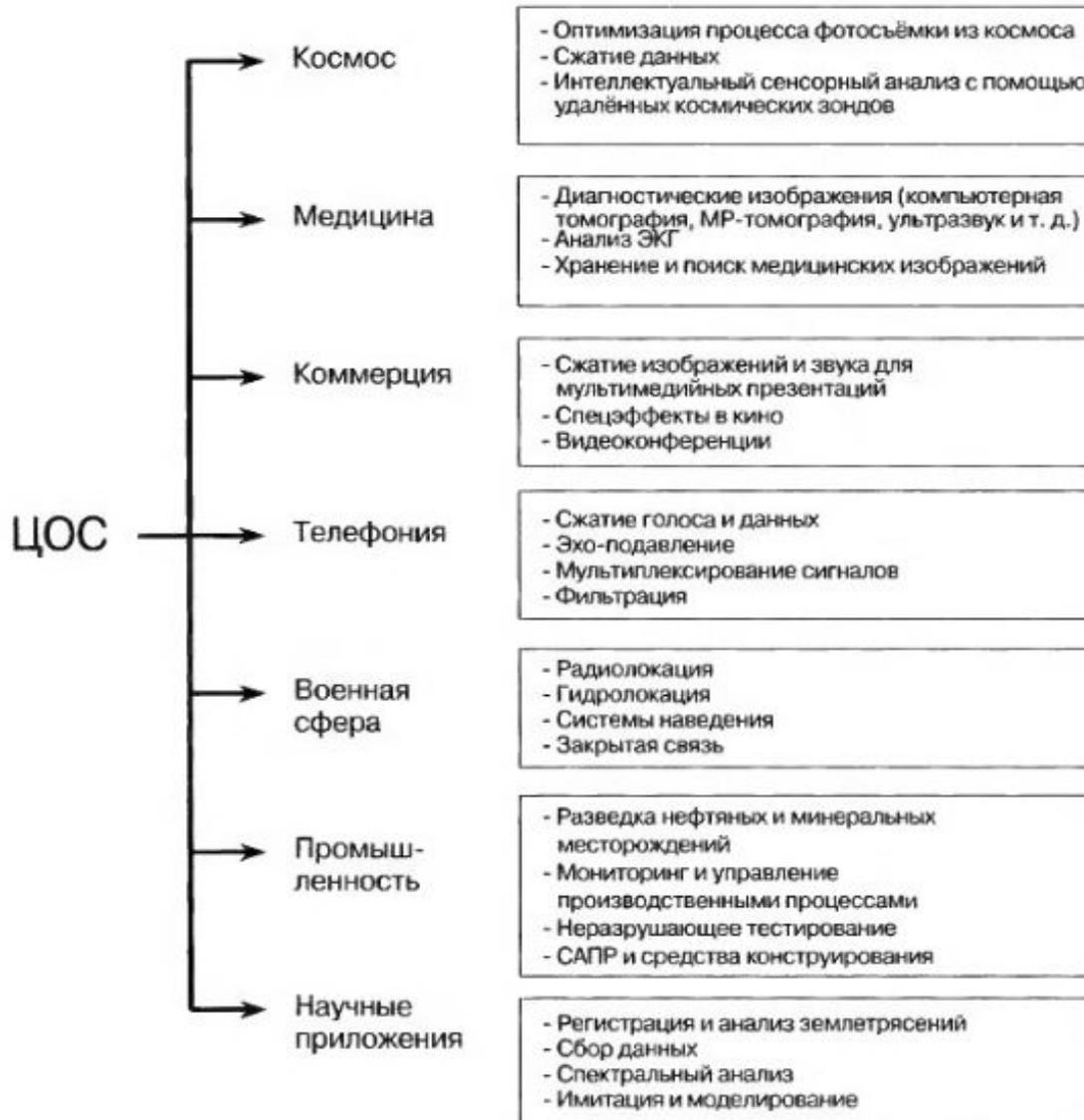
1. Введение
2. Изображение как многомерный сигнал
3. Примеры областей применения цифровой обработки изображений
4. Основные стадии цифровой обработки изображений
5. Компоненты системы обработки изображений

Введение

Применение ЦОС в 1960-70 годы:

- радиолокация и гидролокация;
- поиск новых нефтяных месторождений;
- исследование космического пространства;
- рентгенография.

Введение



Введение

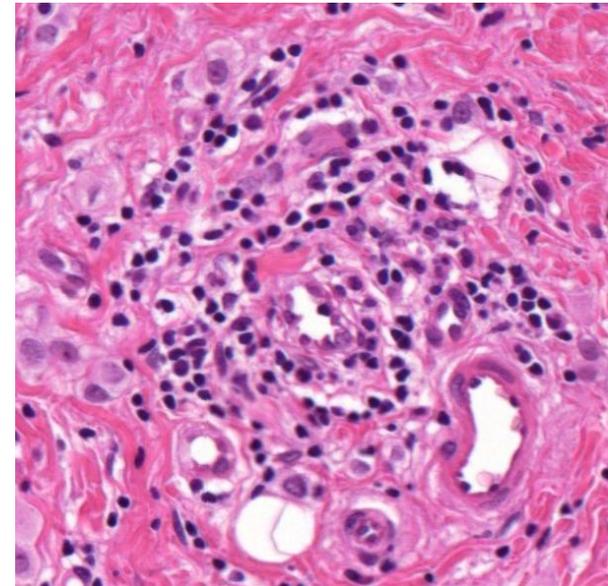
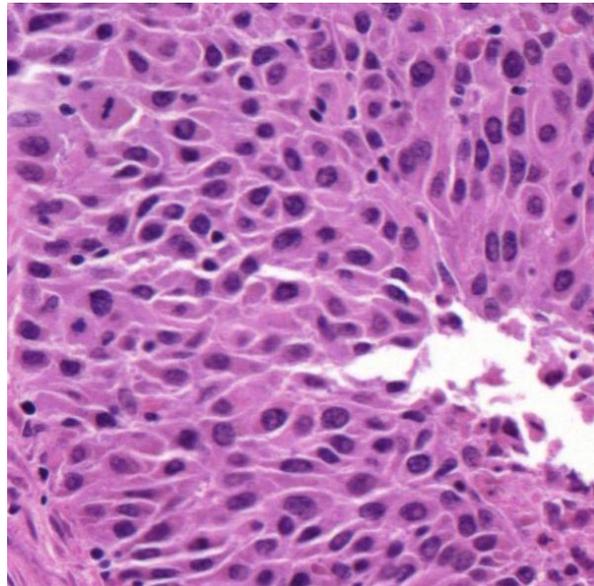
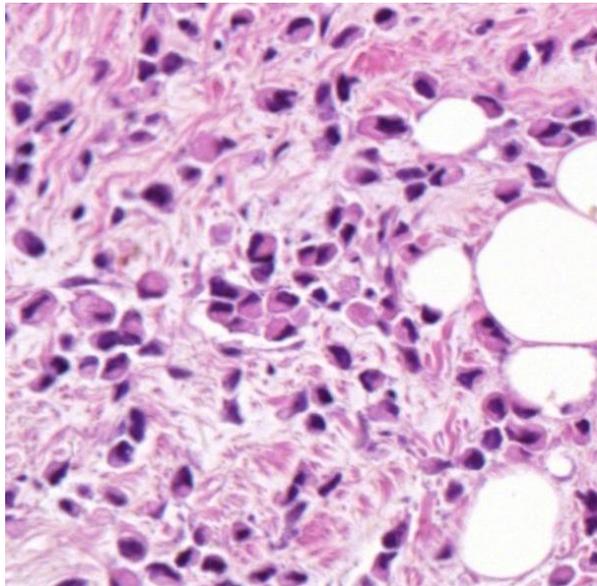


Введение

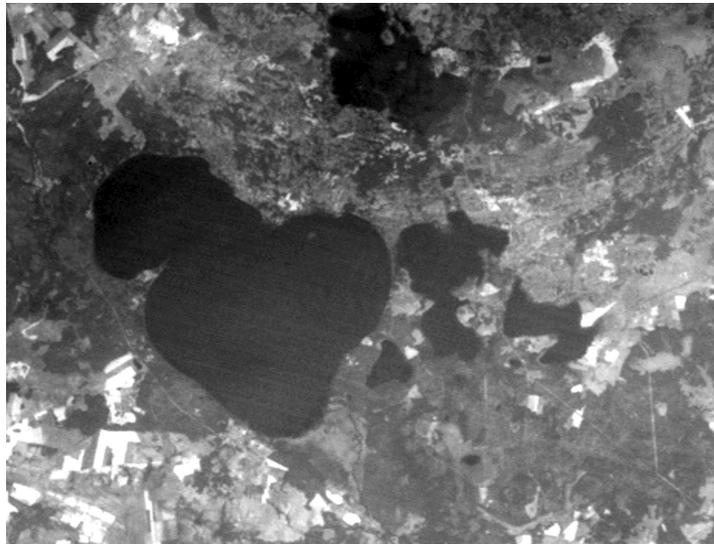
Применение ЦОС в настоящее время:

- связь (мультиплексирование, сжатие, эхоподавление);
- обработка звуковых сигналов (музыка, синтез речи, распознавание речи);
- эхолокация (гидролокация, радиолокация, сейсморазведка);
- **обработка изображений (изображения в медицине, изображения, получаемые в космосе, коммерческие продукты).**

Введение



Введение

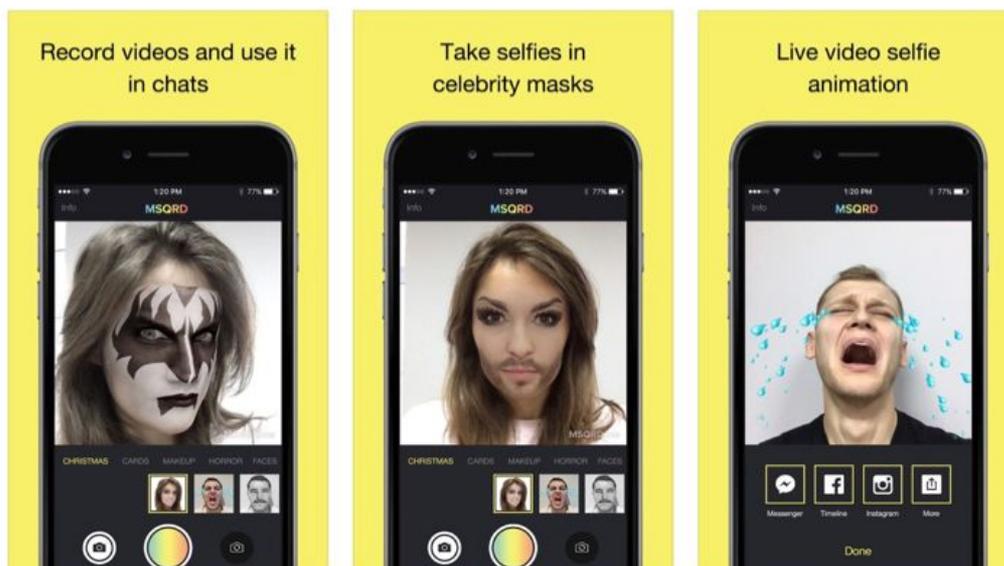


Введение

Facebook приобрёл белорусский стартап, создавший вирусное приложение MSQRD (обновлено)

+8 32 комментария Editor БЕЛАРУСЬ 09 марта в 19:29

Компания Facebook приобретает белорусский стартап Masquerade, создавший вирусное мобильное приложение [MSQRD](#), позволяющее накладывать разнообразные эффекты на видео- и фотоизображение лица пользователей. Об этом сообщил dev.by сооснователь Masquerade **Евгений Невгень**.



ИТ-гигант Facebook покупает проект Masquerade, разработавший собственную технологию трекинга лиц, которая позволяет изменять человеческую внешность во время видеочатов в режиме реального времени.

Как [сообщает](#) Business Insider, основатели MSQRD белорусы Евгений Невгень и **Сергей Гончар**, а также россиянин **Евгений Затепакин** перейдут на работу в лондонский офис Facebook. Сумма сделки не разглашается.

Известно, что команда Masquerade только что вернулась из деловой поездки в Сан-Франциско.

Введение

Прикладные задачи ЦОИ:

- поиск в базе изображений;
- контроль медицинских изображений;
- обработка сканированных страниц текста;
- оценка снежного покрова по спутниковым снимкам;
- различные задачи промышленности;
- другое.

Введение

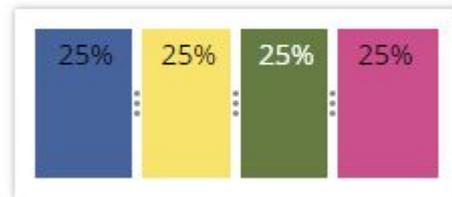
Step 1

Select up to 5 colors



Step 2

Slide dividers to adjust color composition

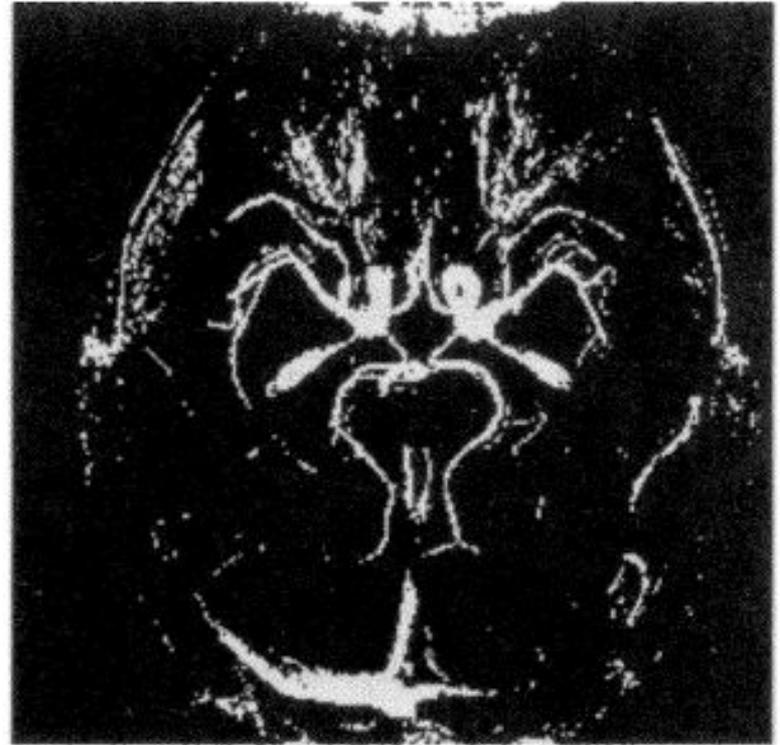
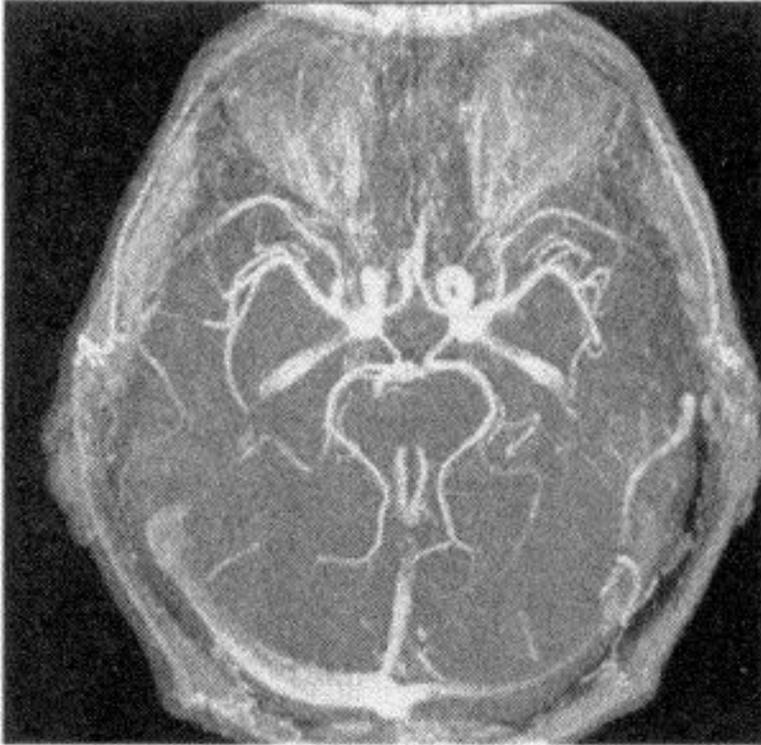


Step 3

Add tags to refine your results



Введение

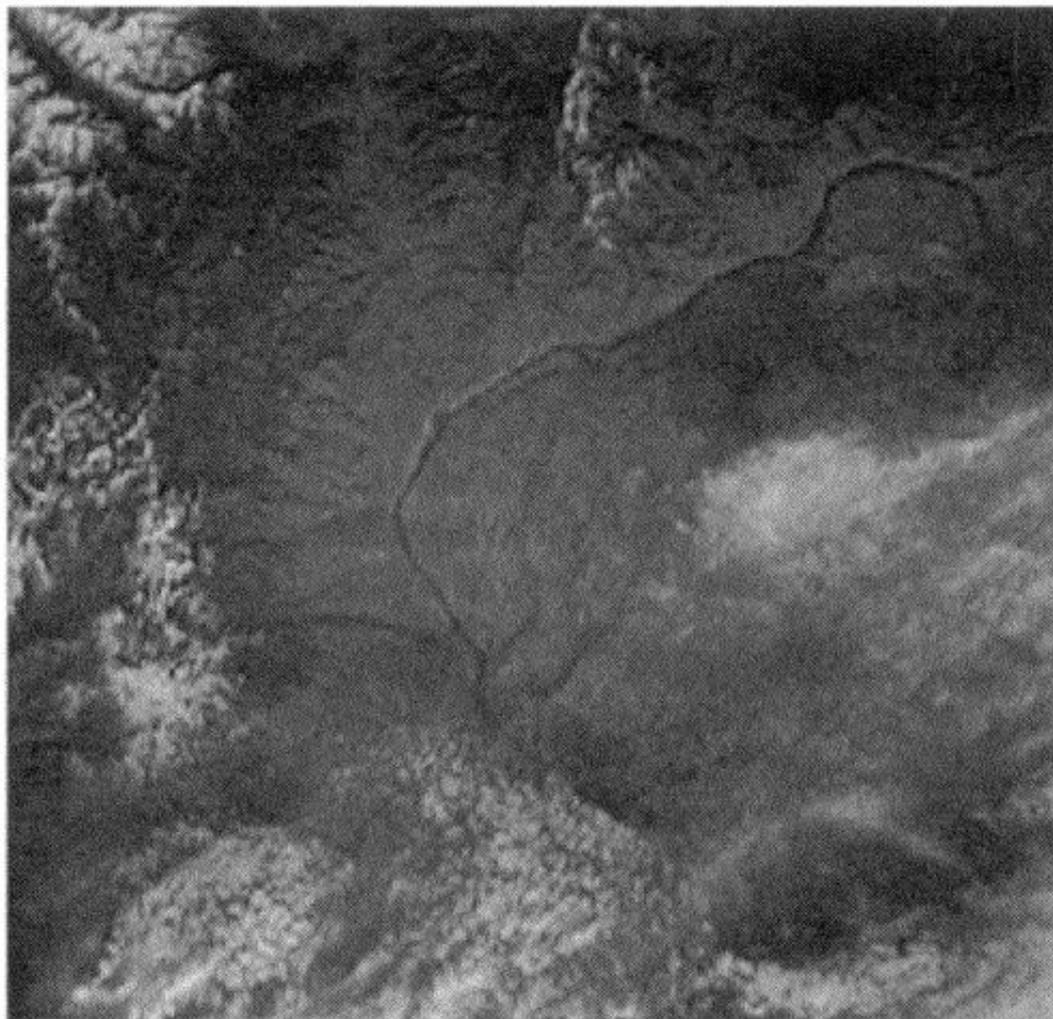


Введение

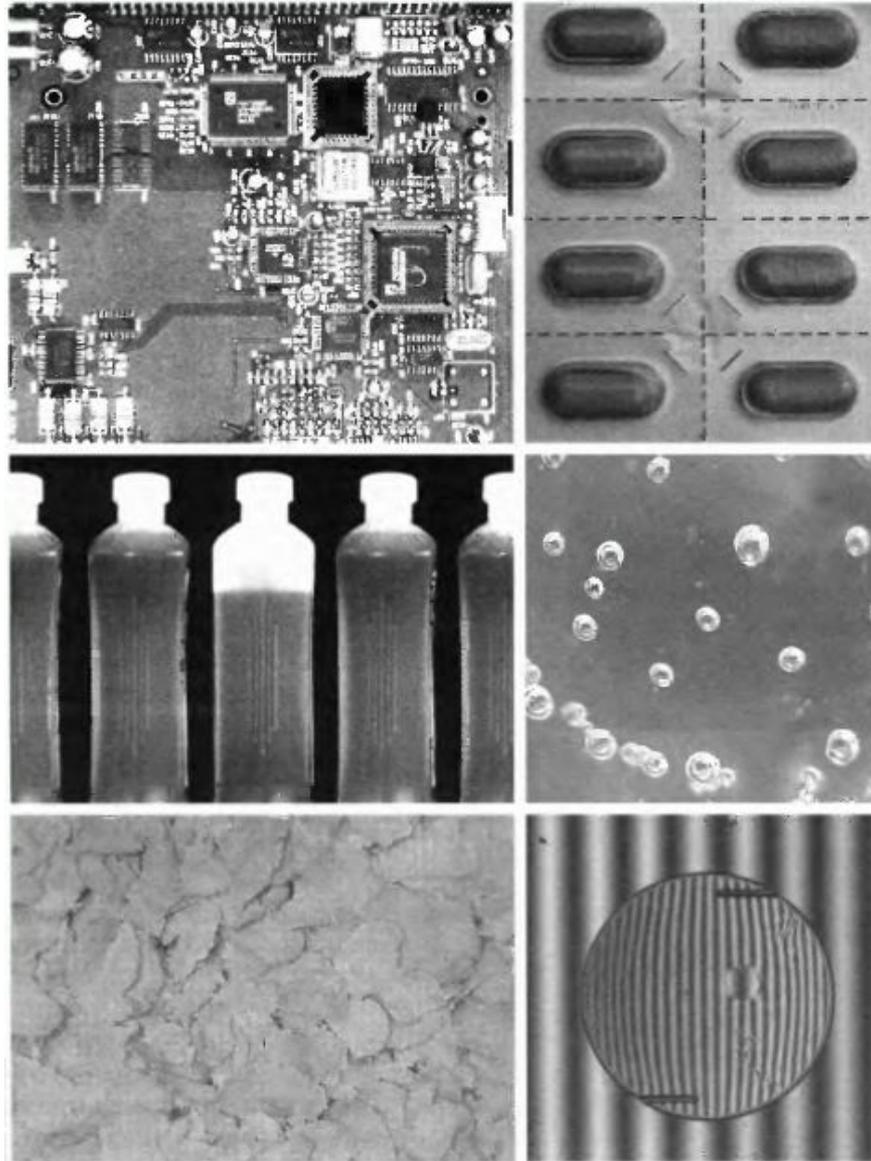
儘眼望遠極，
佰程無窮哩。
壹物明域現，
以迺吾後脊！

I looked as hard as I could see,
beyond 100 plus infinity
an object of bright intensity
—it was the back of me!

Введение



Введение



Введение

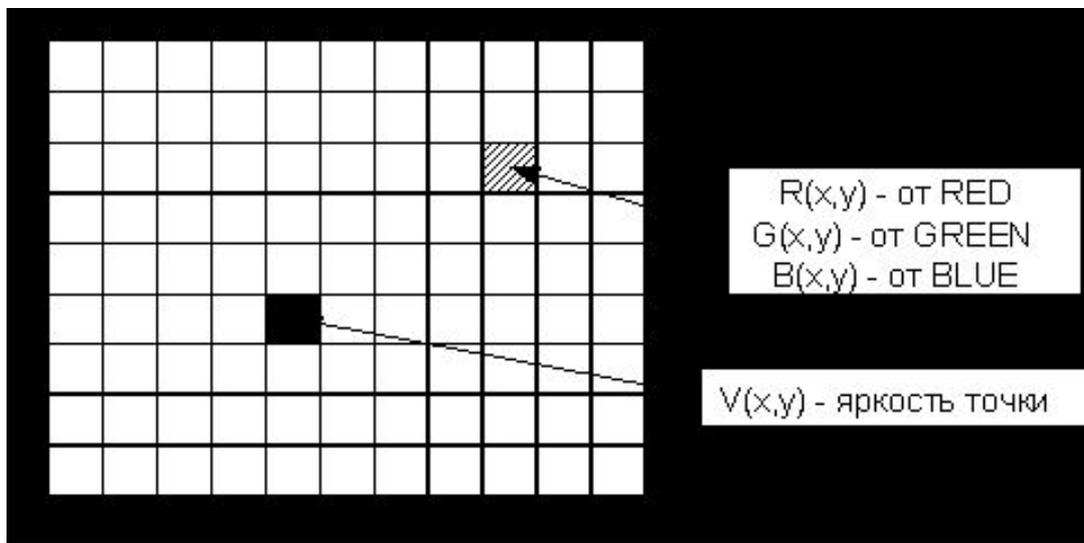


Введение

- **Обработка изображений (IMAGE PROCESSING)** рассматривает задачи в которых и входные и выходные данные являются изображениями. Например, передача изображения с устранением шумов и сжатием данных, переход от одного вида изображения к другому (от цветного к черно белому) и т.д.
- **Распознавание образов или система технического зрения (COMPUTER VISION)** – совокупность методов, позволяющих получить описание изображения, поданного на вход, либо отнести заданное изображение к некоторому классу.
- **Компьютерная (машинная) графика (COMPUTER GRAPHICS)** воспроизводит изображение в случае, когда исходной является информация неизобразительной природы. Например, визуализация экспериментальных данных в виде графиков, гистограмм или диаграмм, вывод информации на экран компьютерных играх, синтез сцен на тренажерах. Это наука, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью ЭВМ. В том случае, если пользователь может управлять характеристиками объектов, говорят об интерактивной компьютерной графике.

Цифровое изображение

- **Цифровое изображение** – набор точек (пикселей) изображения; каждая точка изображения характеризуется координатами x и y и яркостью $V(x,y)$, это дискретные величины, обычно целые. В случае цветного изображения, каждый пиксель характеризуется координатами x и y , и тремя яркостями: яркостью красного, яркостью синего и яркостью зеленого (V_R, V_B, V_G). Комбинируя данные три цвета можно получить большое количество различных оттенков.



Цифровое изображение

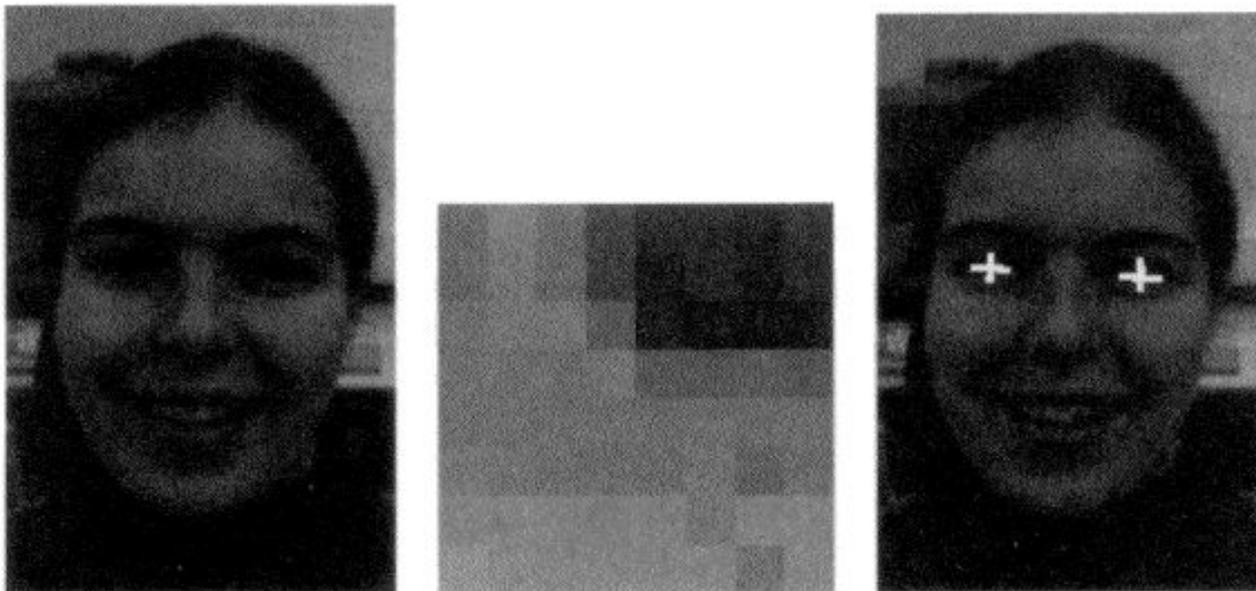
Цифровое изображение состоит из фиксированного количества строк и столбцов **пикселов** (*pixels*), этот элемент является сокращением от слов «**элемент изображения**» (*picture element*).

Пикселы «напоминают» элементы плитки, в которых хранятся дискретные значения – небольшие числа, часто от 0 до 255, представляющие яркость точек изображения.

В зависимости от схемы кодирования 0 может соответствовать самой малой (темной), а 255 – самой большой (светлой) яркости, или наоборот.

В цветных изображениях для каждого пикселя может храниться три числа (например, для красное, зеленой и синей составляющих).

Цифровое изображение



	0	1	2	3	4	5	6	7
0	130	146	133	95	71	71	62	78
1	130	146	133	92	62	71	62	71
2	139	146	146	120	62	55	55	55
3	139	139	139	146	117	112	117	110
4	139	139	139	139	139	139	139	139
5	146	142	139	139	139	143	125	139
6	156	159	159	159	159	146	159	159
7	168	159	156	159	159	159	139	159

Цифровое изображение

Палитра RGB

Палитра – это способ описания цвета. Палитра RGB описывает три основных цвета, воспринимаемых глазом человека, это красный, зелёный и синий. Каждая составляющая имеет определённую интенсивность.



Цифровое изображение

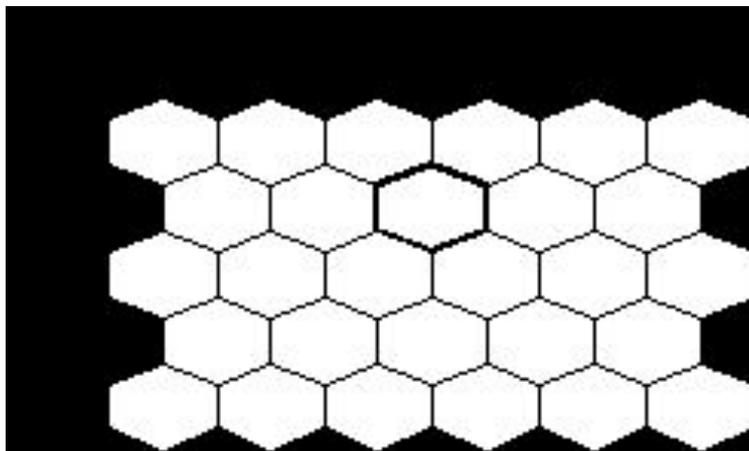
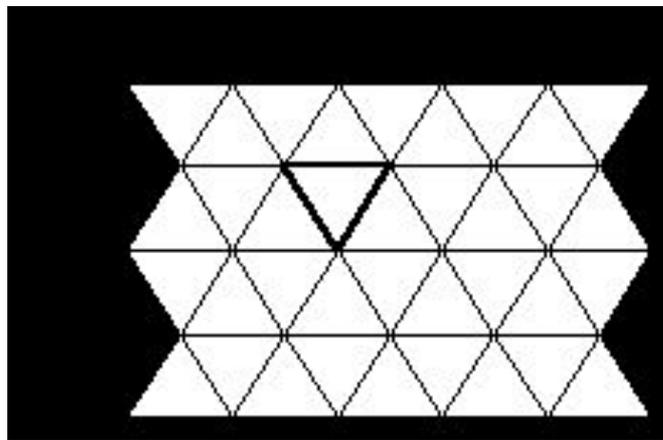
Альфа-канал - это дополнительный канал, который может быть добавлен в рисунок.

Содержит информацию о прозрачности рисунка и в зависимости от типа альфа, он может содержать различные уровни прозрачности.

Определяет прозрачность всех других каналов.

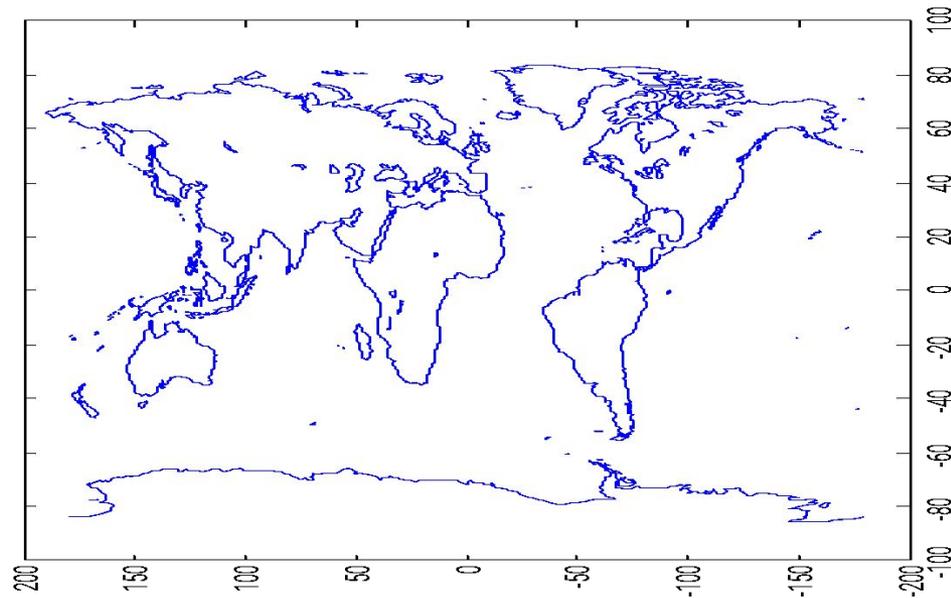
Растровые данные

- **Растр** – это порядок расположения точек (растровых элементов). На предыдущем слайде изображен растр, элементами которого являются квадраты, такой растр называется **квадратным**, именно такие растры наиболее часто используются. Хотя возможно использование в качестве растрового элемента фигуры другой формы, соответствующего следующим требованиям: все фигуры должны быть одинаковые; должны полностью покрывать плоскость без наезжания и дырок.
- Так в качестве растрового элемента возможно использование равностороннего треугольника, правильного шестиугольника (гексаэдра).



Векторные данные

- Вектор - представляет из себя математическое описание объектов относительно точки начала координат, т.е. для того, чтобы нарисовать прямую необходимы координаты двух точек связанных по кратчайшей траектории, для дуги задается радиус и т.д. Таким образом. векторная графика это набор геометрических примитивов. При передачи векторных файлов из одного формата в другой могут возникнуть проблемы из-за разных алгоритмов математики при построении векторных и описании растровых объектов.



Основные виды изображений

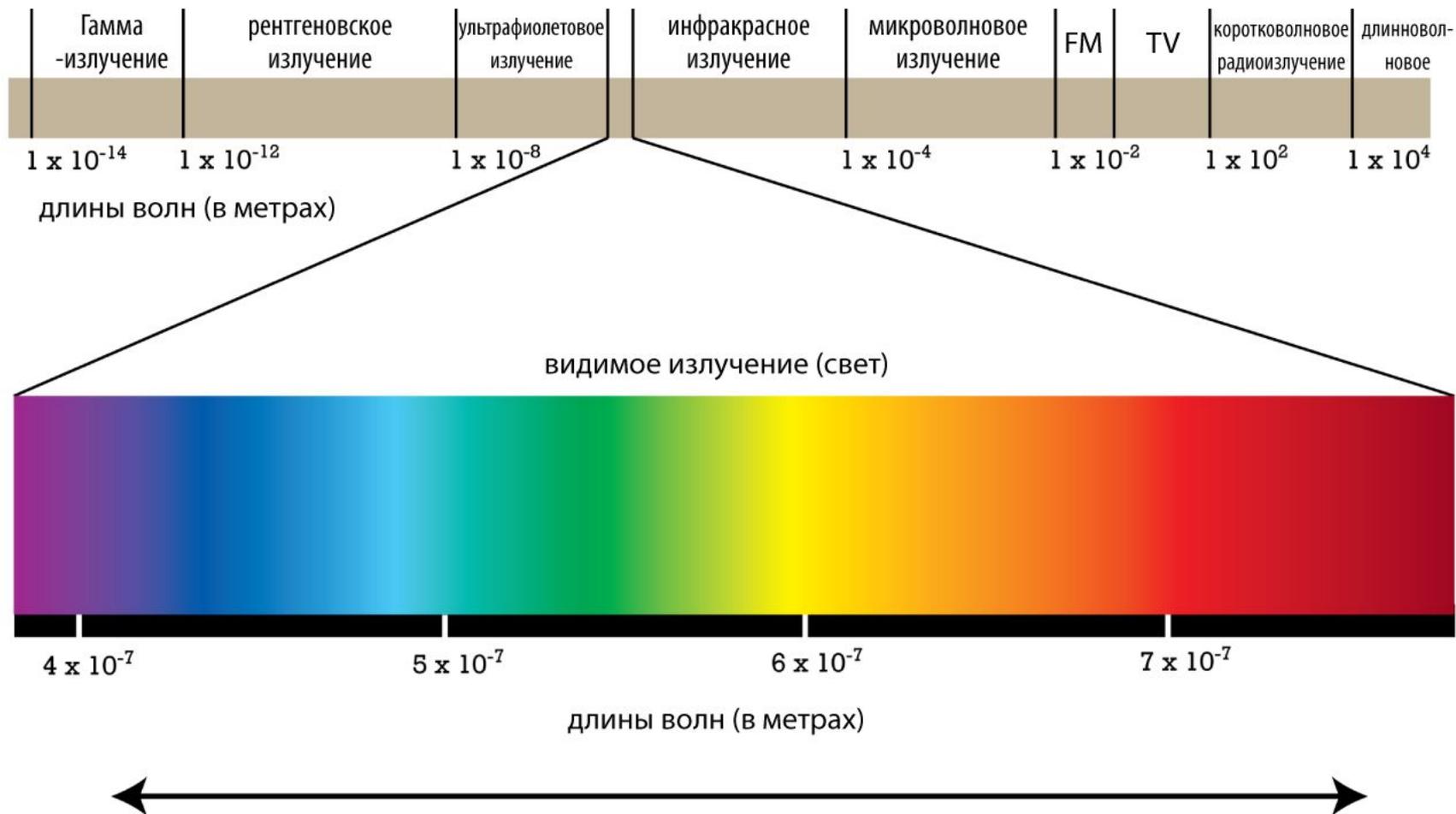
- **Бинарное изображение** (двухуровневое, двоичное) – разновидность цифровых растровых изображений, когда каждый пиксель может представлять только один из двух цветов.
- **Полутонное изображение** – это изображение, имеющее множество значений тон, и их непрерывное, плавное изменение. Каждый пиксель изображения может кодироваться различным количеством бит, что определяет количество возможных полутонов. Например: 2 бита – 4 полутона, 3- 8, 4 – 16, 8 – 256 и т.д. Множество полутонов называют **уровнями серого** (англ. gray scale), независимо от того, полутона какого цвета или его оттенка передаются.
- **Полноцветное изображение** – характеризуется представлением конечного синтезированного цвета на основе его компонентов в заданной цветовой модели (RGB, CMYK или др.).

Основные виды изображений

- бинарное
- полутоновое
- полноцветное



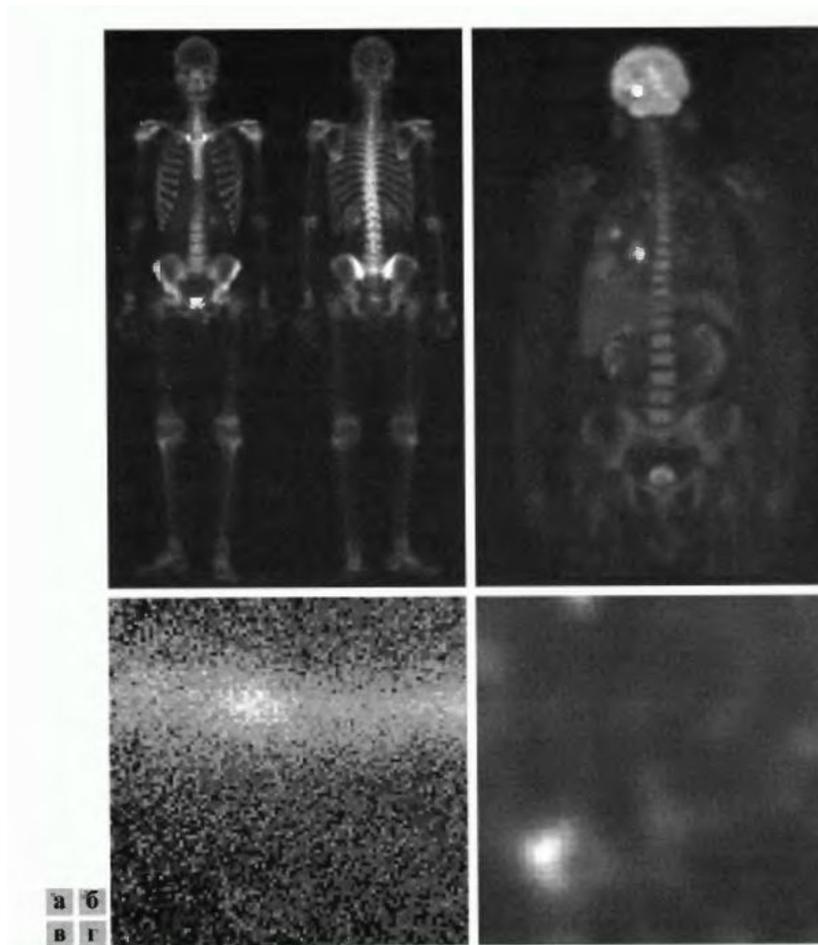
Спектр электромагнитного излучения



Формирование изображений

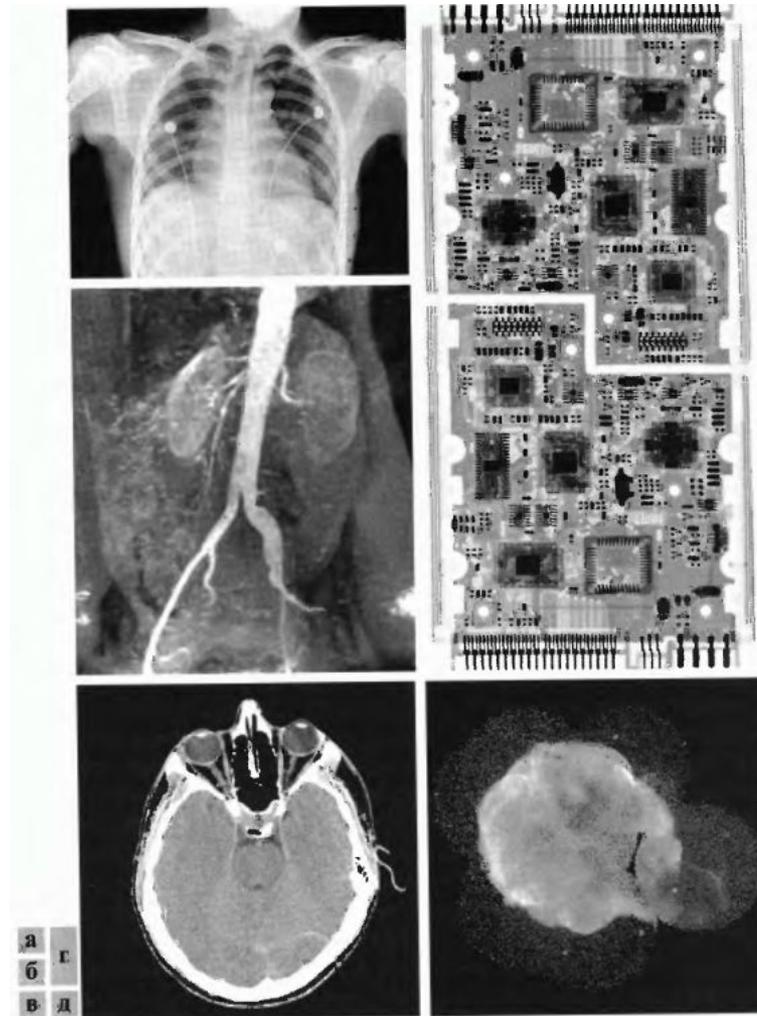
- Формирование изображений с помощью гамма-лучей (медицинская радиология, космические исследования);
- Рентгеновские изображения (медицинская диагностика, промышленность, астрономия);
- Изображения в ультрафиолетовом диапазоне (производственный контроль, микроскопия, лазерная техника);
- Изображения в видимом и инфракрасном диапазоне (микроскопия, космические исследования и др.);
- Изображения в микроволновом диапазоне (радиолокация);
- Изображения в диапазоне радиоволн.

Формирование изображений с помощью гамма-лучей



Примеры изображений, полученных с помощью гамма-лучей. (а) Снимок скелета. (б) ПЭТ-изображение. (в) Петля Лебеда. (г) Гамма-излучение из клапана реактора (яркое пятно). (Изображения предоставили: (а) Компания G.E. Medical Systems; (б) Д-р Майкл Е. Кейси, компания СТИ PET Systems; (в) Агентство NASA; (г) Профессора Жонг Хе и Дэвид К. Уи, университет шт. Мичиган).

Рентгеновские изображения

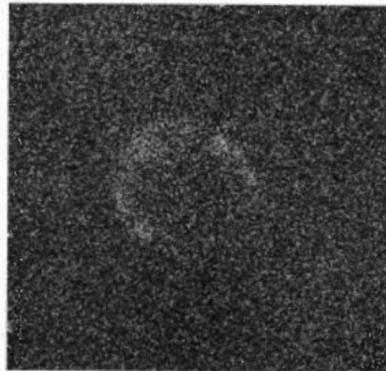
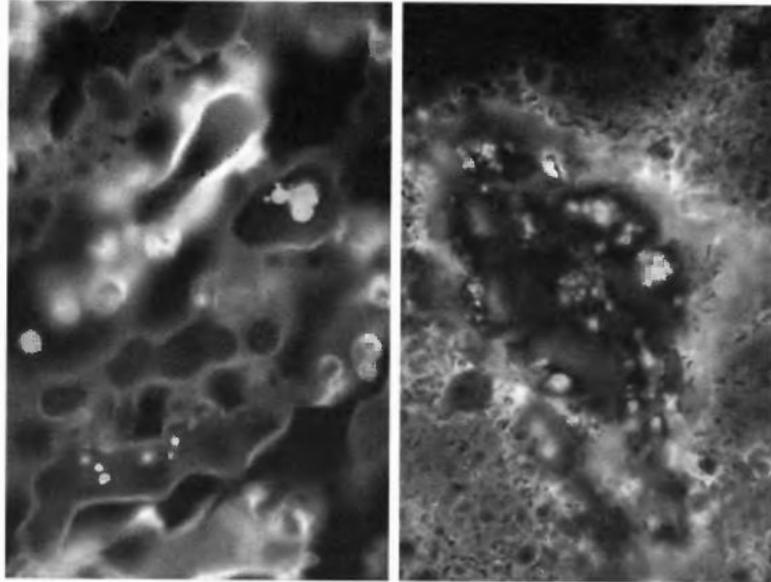


а
б
в

г
д

Примеры рентгеновских изображений. (а) Рентгенограмма грудной клетки. (б) Ангиограмма аорты. (в) Компьютерная томограмма головы. (г) Печатные платы. (д) Петля Лебедева. (Изображения предоставили: (а, в) д-р Дэвид Р. Пикенс, Департамент радиологии медицинского центра университета Вандербилта; (б) д-р Томас Р. Гест, Отделение анатомии медицинской школы университета шт. Мичиган; (г) Джозеф Е. Пассенте, компания Lixi, Inc.; (д) Агентство NASA).

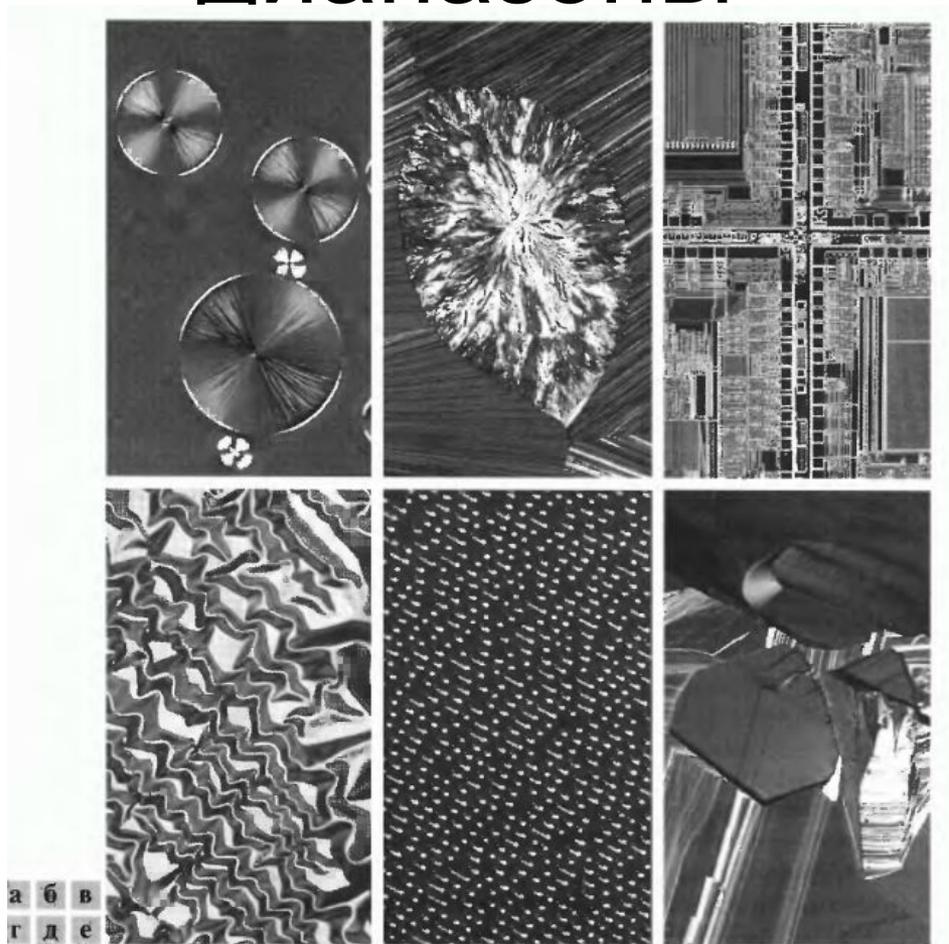
Изображения в ультрафиолетовом диапазоне



а б
в

Примеры изображений в ультрафиолетовом диапазоне. (а) Нормальное зерно. (б) Зерно, зараженное головней. (в) Петля Лебеда. (Изображения предоставили: (а, б) д-р Майкл У. Дэвидсон, университет шт. Флорида; (в) Агентство NASA).

Видимый и инфракрасный диапазоны



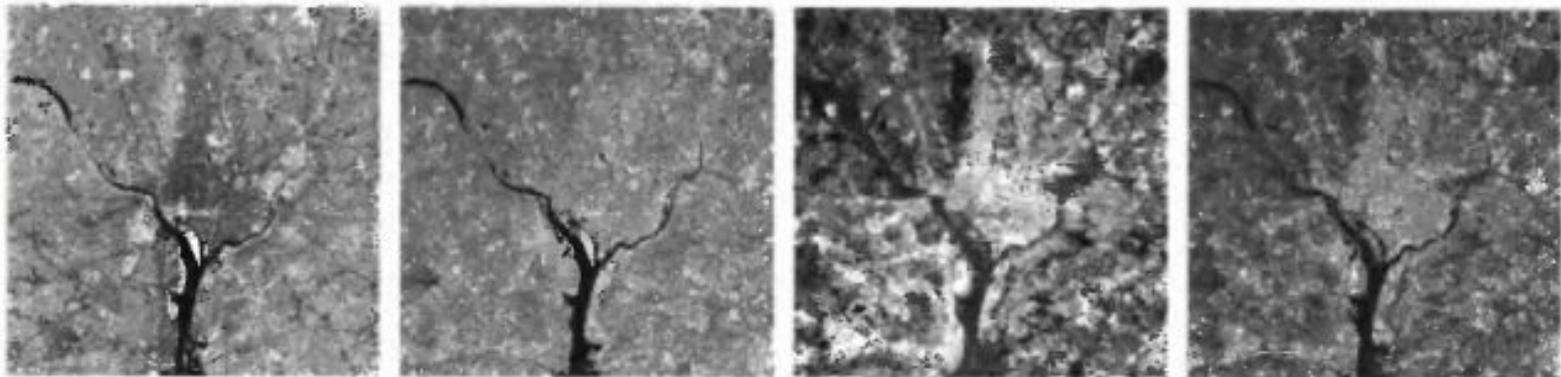
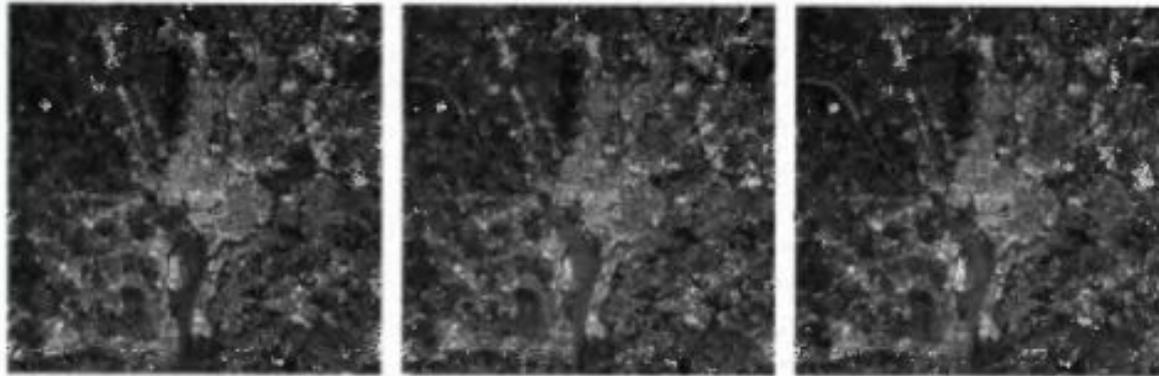
Примеры изображений в оптической микроскопии. (а) Таксол (противораковый препарат), увеличение 250х. (б) Холестерин, увеличение 40х. (в) Микропроцессор, увеличение 60х. (г) Тонкая пленка окиси никеля, увеличение 600х. (д) Поверхность музыкального компакт-диска, увеличение 1750х. (е) Органический сверхпроводящий материал, увеличение 450х. (Изображения предоставил д-р Майкл У. Дэвидсон, университет шт. Флорида)

Видимый и инфракрасный диапазоны

Тематические зоны американского спутника LANDSAT.

№	Наименование	Длины волн, (мкм)	Характеристики и назначение
1	Видимый синий цвет	0,45–0,52	Максимальная фильтрация влаги
2	Видимый зеленый цвет	0,52–0,60	Измерение плотности растительного покрова
3	Видимый красный цвет	0,63–0,69	Различение формы растительности
4	Ближнее ИК излучение	0,76–0,90	Съемка побережий и распределения биомассы
5	Средний ИК диапазон	1,55–1,75	Содержание влаги в почве и растительности
6	Тепловое ИК излучение	10,4–12,5	Влажность почвы и температурная карта
7	Средний ИК диапазон	2,08–2,35	Поиск полезных ископаемых

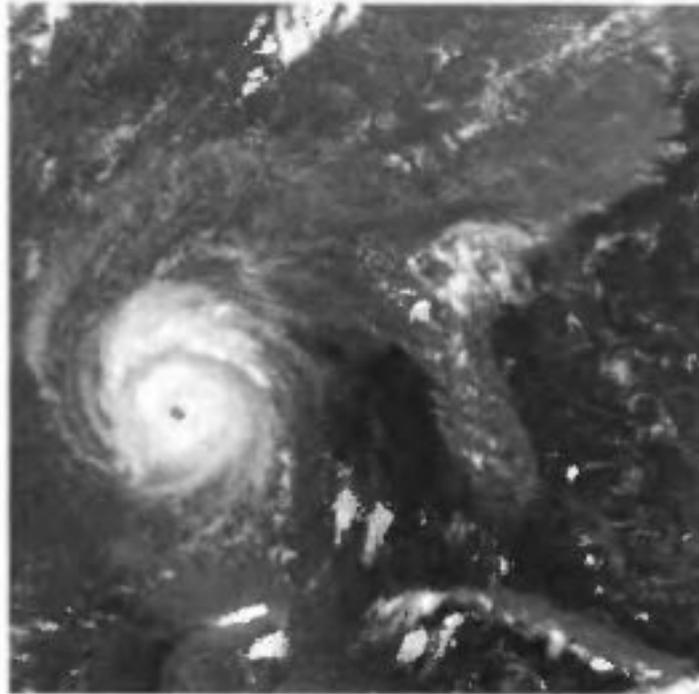
Видимый и инфракрасный диапазоны



1 2 3
4 5 6 7

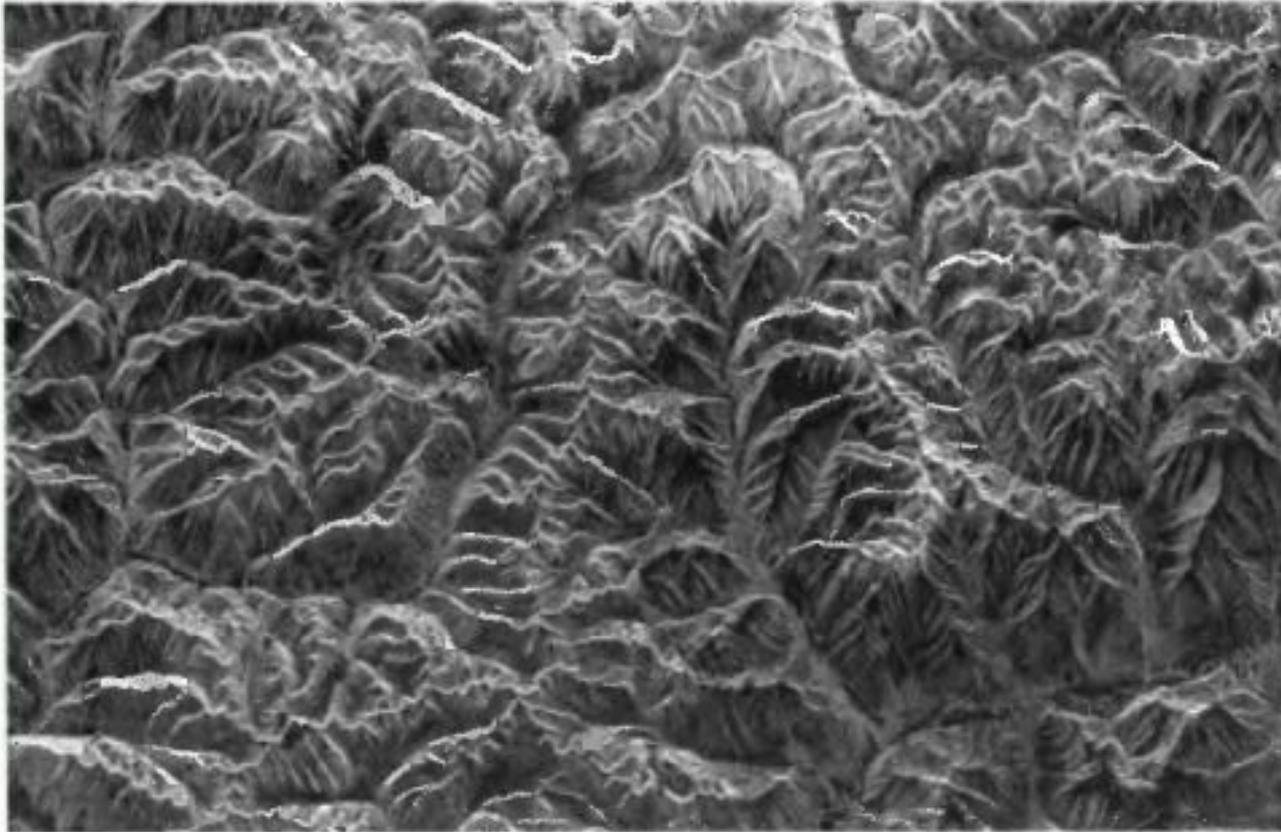
Полученные со спутника LANDSAT изображения г. Вашингтон, округ Колумбия. Номера снимков соответствуют номерам тематических зон в (Изображения предоставлены Агентством NASA).

Видимый и инфракрасный диапазоны



Мультиспектральное изображение урагана Эндрю, полученное геостационарным спутником GEOS американской метеорологической службы NOAA. (Изображение предоставлено службой NOAA).

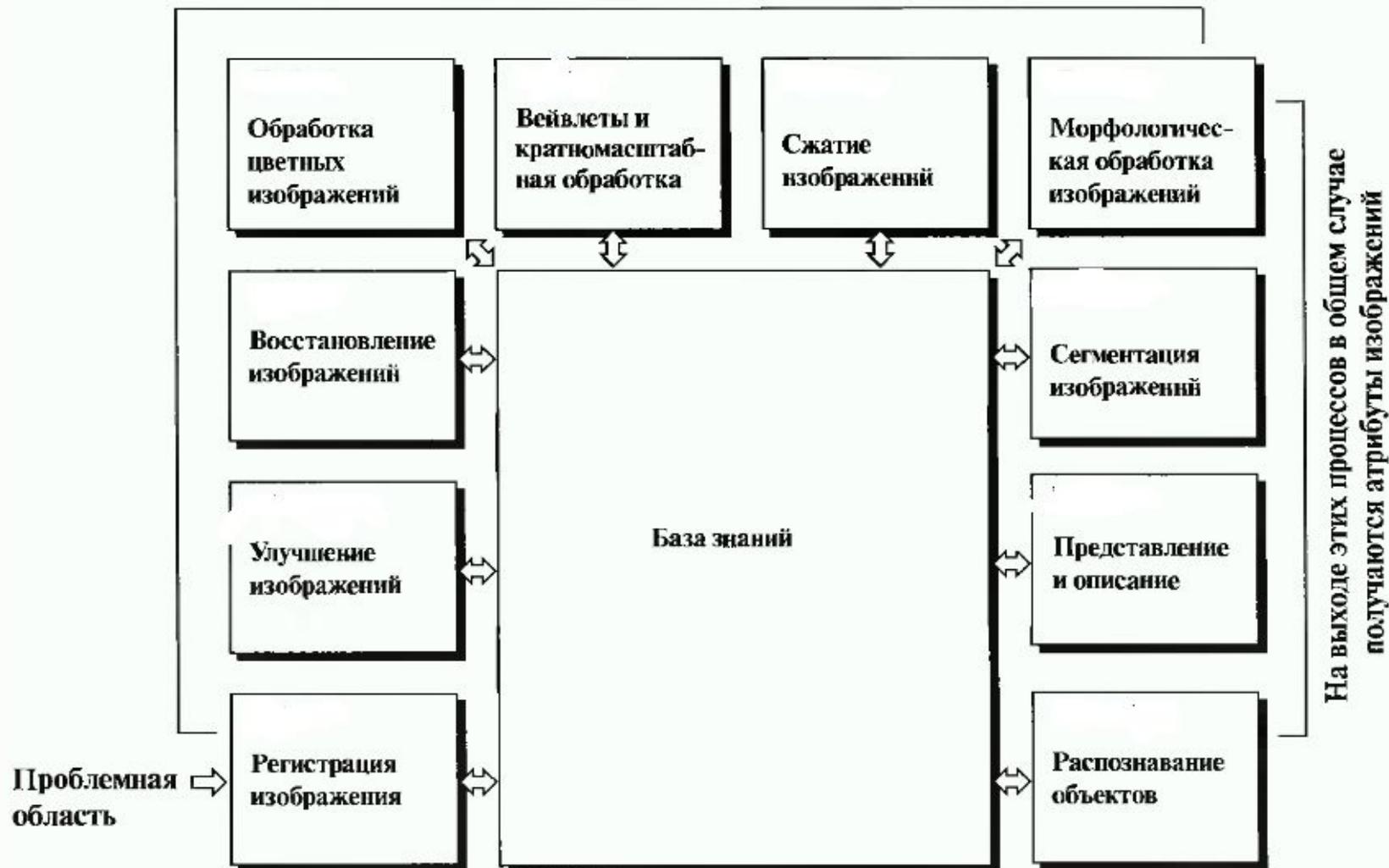
Изображения в микроволновом диапазоне



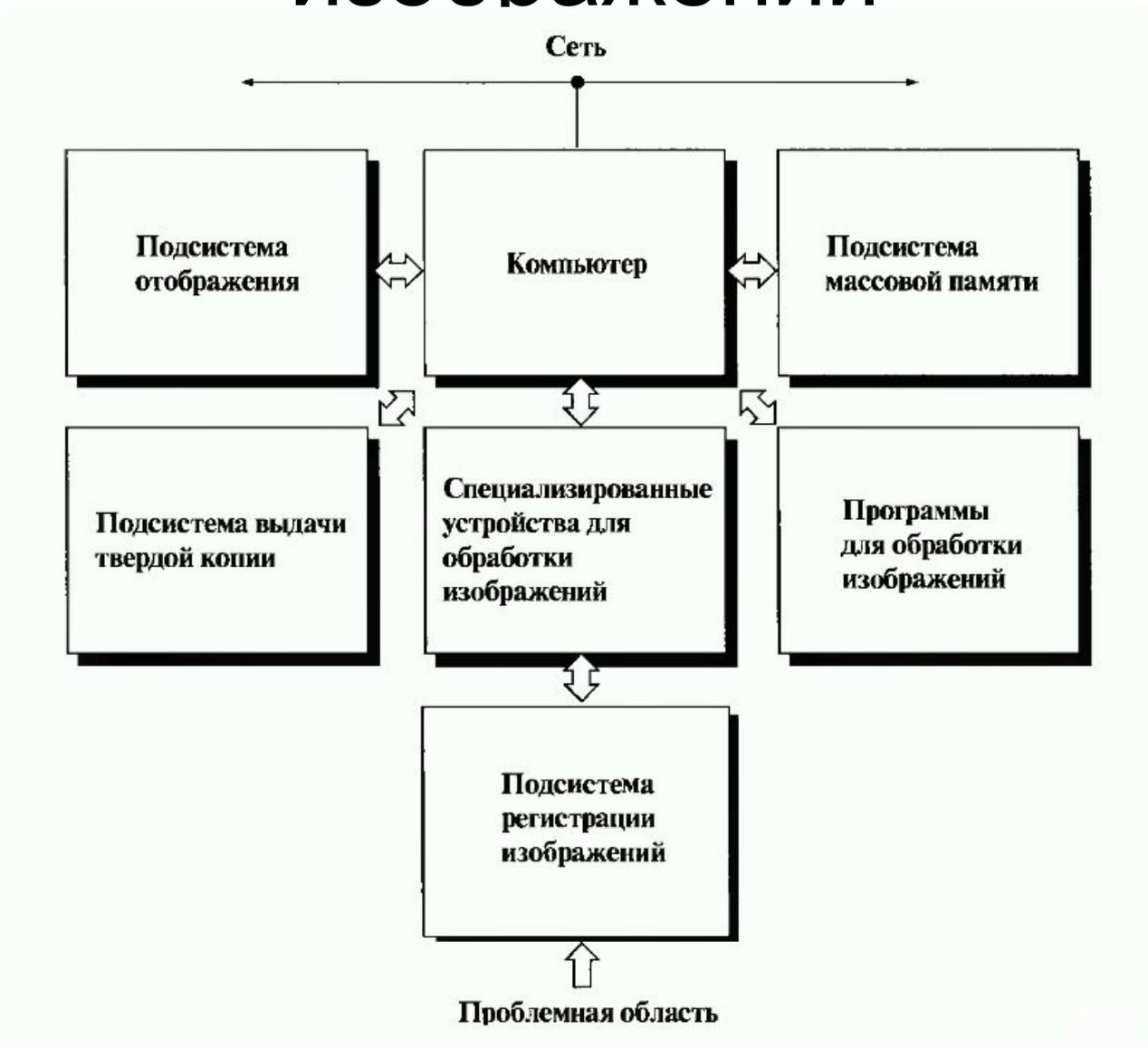
Космическое радиолокационное изображение горного массива на юго-востоке Тибета. (Изображение предоставлено Агентством NASA).

Основные стадии цифровой обработки изображений

На выходе этих процессов в общем случае получается изображение



Компоненты системы обработки изображений



OpenCV

OpenCV ([англ. Open Source Computer Vision Library](#), библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом) — библиотека алгоритмов [компьютерного зрения, обработки изображений](#) и численных алгоритмов общего назначения с [открытым кодом](#). Реализована на [C/C++](#), также разрабатывается для [Python](#), [Java](#), [Ruby](#), [Matlab](#), [Lua](#) и других языков. Может свободно использоваться в академических и коммерческих целях.

