

Дешифрирование цифровых снимков

Виды изображений. Понятие о цифровом снимке. Закономерности пиксельной генерализации изображения. Воспроизводимость малых компактных объектов, дисперсных объектов регулярного и нерегулярного размещения, прямолинейных объектов.

ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ

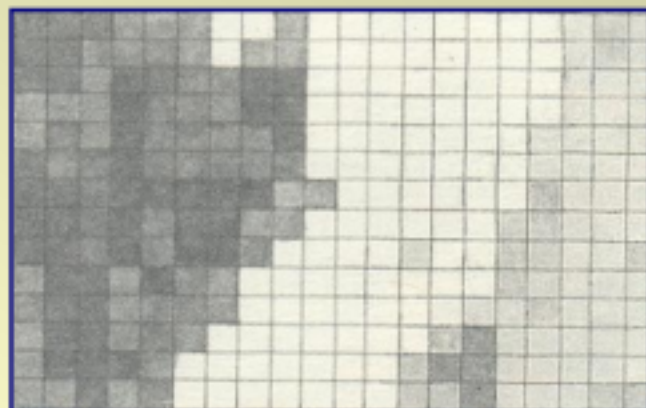


Виды изображений:

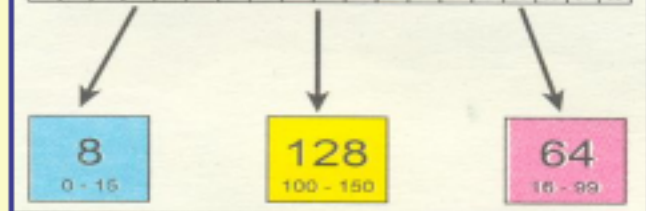
полутоновое (а), бинарное (б), линейное (в), точечное (г)

Понятие о цифровом снимке

- **Цифровым снимком** называют изображение земной поверхности, которое записано в виде цифровых значений на магнитном носителе и может быть визуализировано на экране монитора.
- В отличие от снимка, представленного в фотографическом виде, где **изображение непрерывно**, цифровой снимок состоит из **дискретных элементов изображения** — **пикселов** (от англ. *picture element*).
- **Размер пиксела** определяет **пространственное разрешение цифрового снимка**.
- **В пределах пиксела изображение однородно**, так как яркости всех объектов интегрируются независимо от того, насколько сильно они различаются.



7	7	1	63	8	8	100	101	13	110	112	109	107	107	108	109	101	87	88
5	6	11	10	6	7	100	18	18	118	117	111	110	108	107	108	104	90	87
3	3	10	10	2	3	7	8	3	120	120	119	112	112	111	108	103	80	81
0	0	0	1	4	6	3	3	4	123	122	119	118	118	117	110	107	89	82
8	0	10	1	6	8	8	8	7	126	126	120	120	116	115	112	80	81	53
2	7	3	2	5	4	3	9	8	121	120	120	119	117	118	112	80	80	85
6	3	7	3	11	4	4	2	10	10	112	114	118	117	118	113	49	64	54
0	2	1	2	11	4	3	9	10	129	114	116	119	119	118	47	48	83	87
3	2	0	8	7	9	6	8	132	127	127	124	123	122	120	40	63	61	44
8	0	7	4	8	3	0	139	144	130	130	130	130	121	120	46	80	58	87
0	6	0	6	4	8	8	141	145	142	140	141	137	138	85	89	54	87	86
10	6	7	8	6	7	138	139	150	142	141	140	138	49	3	59	80	55	81
10	5	8	1	4	139	140	148	148	145	140	140	48	9	7	53	70	87	80
9	9	5	8	5	139	141	150	150	148	142	141	40	88	6	88	89	37	65



На пиксельной форме представления изображений основываются:

- **оперативные методы съемки с помощью сканирующих или радарных систем**, которые передают информацию с орбит в цифровом виде;
- **съемка с помощью цифровых фотокамер**, когда преобразованием излучения служит матрица ПЗС-элементов;
- **перевод фотоснимков в цифровую форму** для их компьютерной обработки, выполняемый с помощью сканеров;
- **представление любых изображений на экране дисплея;**
- **компьютерная обработка снимков и компьютерное картографирование.**

В связи с этим возникает необходимость изучения законов формирования таких изображений, их преобразования при изменении размера пикселей, то есть **пиксельной генерализации**, **особенностей восприятия пиксельного изображения.**

Большую актуальность приобретает **проблема оценки дешифровочных свойств таких дискретных изображений.**

- **как воспроизводятся объекты разной формы и величины в дискретизированном виде**, как меняются возможности их изучения и дешифрирования при изменении размера элемента изображения - пиксела.

- ОДИН из возможных путей исследования проблем состоит в геометрическом (графическом) моделировании пиксельной генерализации.
- Путем геометрических построений можно **смоделировать** воспроизведение объектов разного размера, формы, контраста в дискретизированном виде, в пиксельной форме, а также преобразование изображения при изменении размера пикселей, то есть **генерализацию пиксельного изображения.**

Закономерности пиксельной генерализации изображения.

1. Воспроизводимость малых компактных объектов

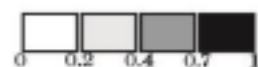
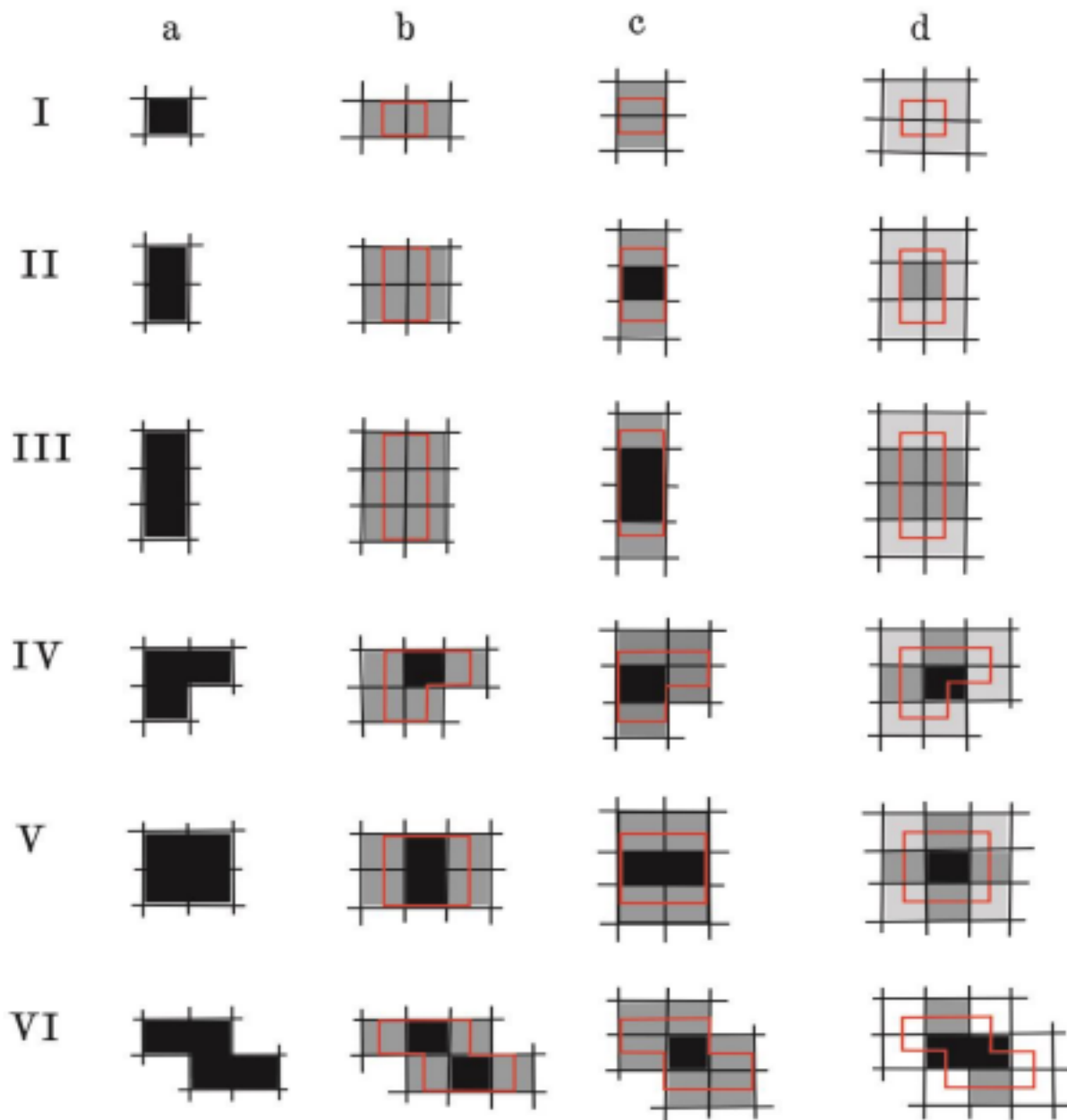
- Одним из главных является вопрос **о минимальном размере объектов, изображающихся на пиксельных снимках.**

Этот размер удобно выражать **в пикселах**, не связывая его с размером объектов на местности, масштабом и разрешением снимков.

- При попадании изображения объекта **в ячейку сетки** пикселов он воспроизведется в пиксельной форме, если занимает площадь всего пиксела или даже меньше.

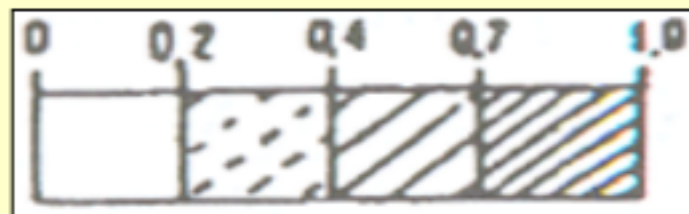
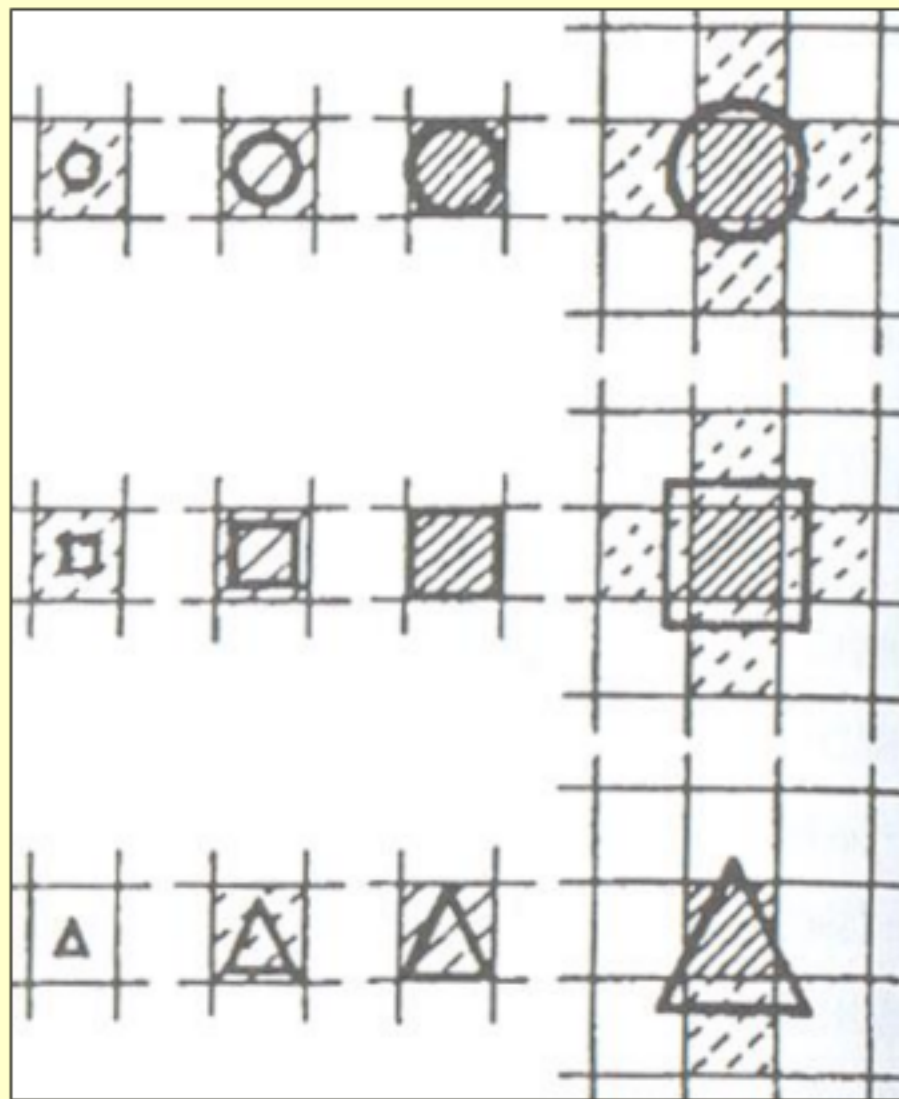
Изображение таких объектов размером 1-4 пиксела показано на следующем слайде **в столбце а.**

**Пиксельное
отображение
объектов
размером 1-4
пиксела при
разном
положении
относительно
линий (b,c) и
узлов сетки
(d) пикселей**



Компактные объекты разной формы с субпиксельными размерами

Изображение объектов
размером **менее одного
пиксела**, независимо от их
конфигурации, приобретает
**квадратную форму
пиксела**,
а степень почернения
изображения зависит **от
размера исходного
изображения**, т. е. от того,
какую долю площади пиксела
оно занимало.

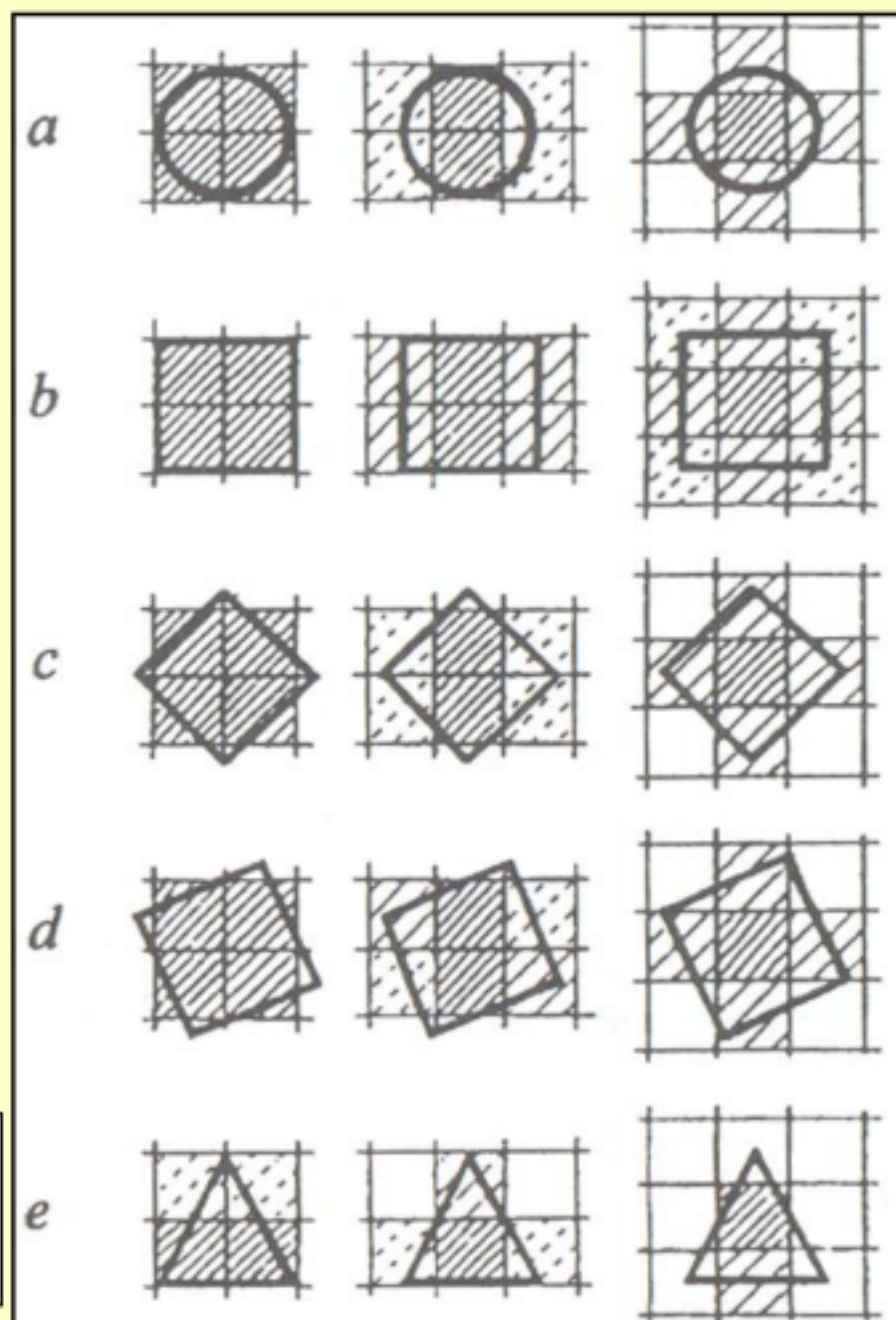
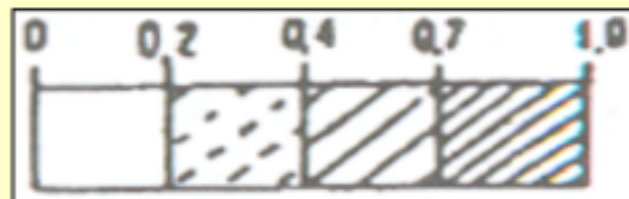


Компактные объекты разной формы с пиксельными размерами

Преобразования формы изображений, имеющих пиксельные размеры, таковы, что исходные **объекты разной формы** (например, круг и квадрат) **могут изображаться одинаковыми** и, наоборот, **объекты одинаковой формы**, по-разному расположенные или ориентированные по отношению к линиям и узлам сетки пикселей (например, квадрат разной ориентировки), **изображаются по-разному**.

Это значит, что

для объектов с линейными размерами в 2 пиксела нельзя по их пиксельному воспроизведению судить о форме исходных объектов.



2. Воспроизводимость дисперсных объектов регулярного размещения

2.1. Дисперсные объекты регулярного размещения с элементами субпиксельных размеров.

- Изображение структуры (рисунка) из дисперсных субпиксельных элементов шахматного размещения воспроизводится как шахматная доска при попадании фигур в ячейки сетки пикселей (а) и как равномерное серое поле при смещении фигур на линии или в узлы (б) сетки пикселей.

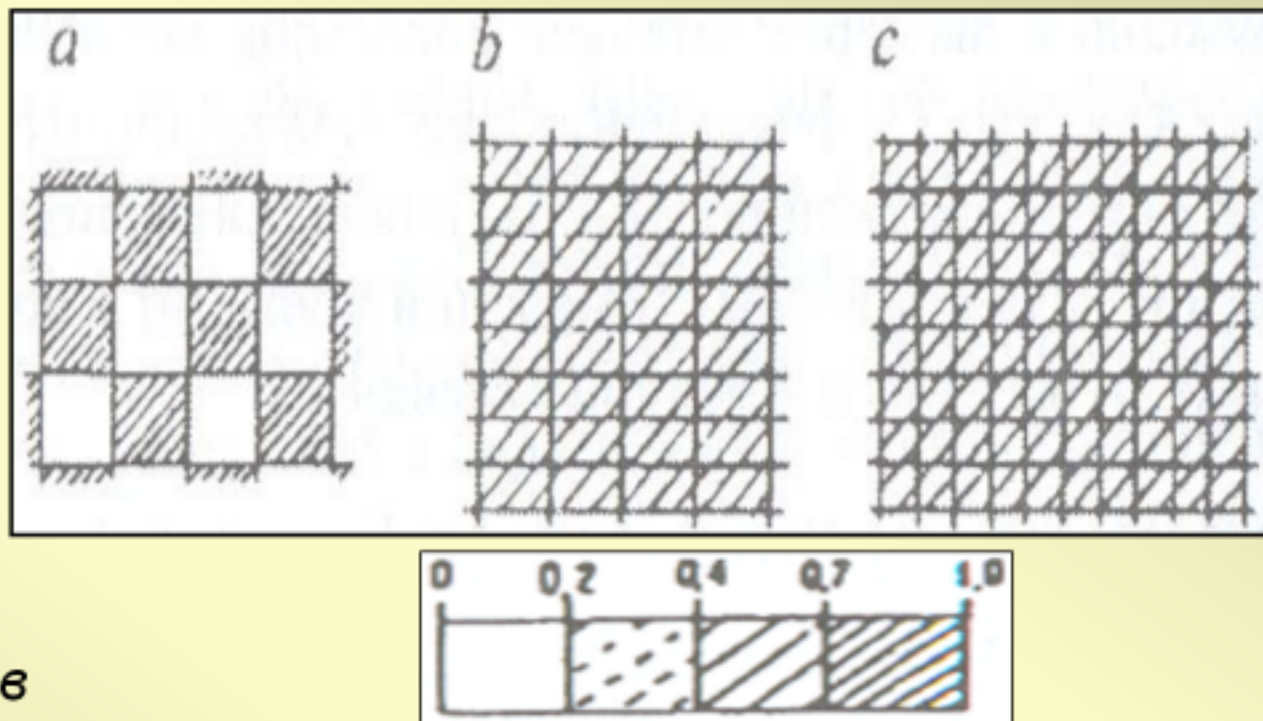


Рис. Пиксельное воспроизведение дисперсных объектов регулярного размещения при шахматной расстановке элементов размером до 1 пиксела в случаях попадания элементов **в ячейки (а)**, **на линии (б)** и **в узлы (с) сетки пикселей**.

- Изображение дисперсного объекта с прямолинейным размещением элементов субпиксельных размеров при смещении элементов на линии сетки пикселей (б) преобразуется в **полосчатое**, а попадание элементов в узлы сетки (с) пикселей приводит к воспроизведению дисперсного объекта как **равномерного серого поля**.

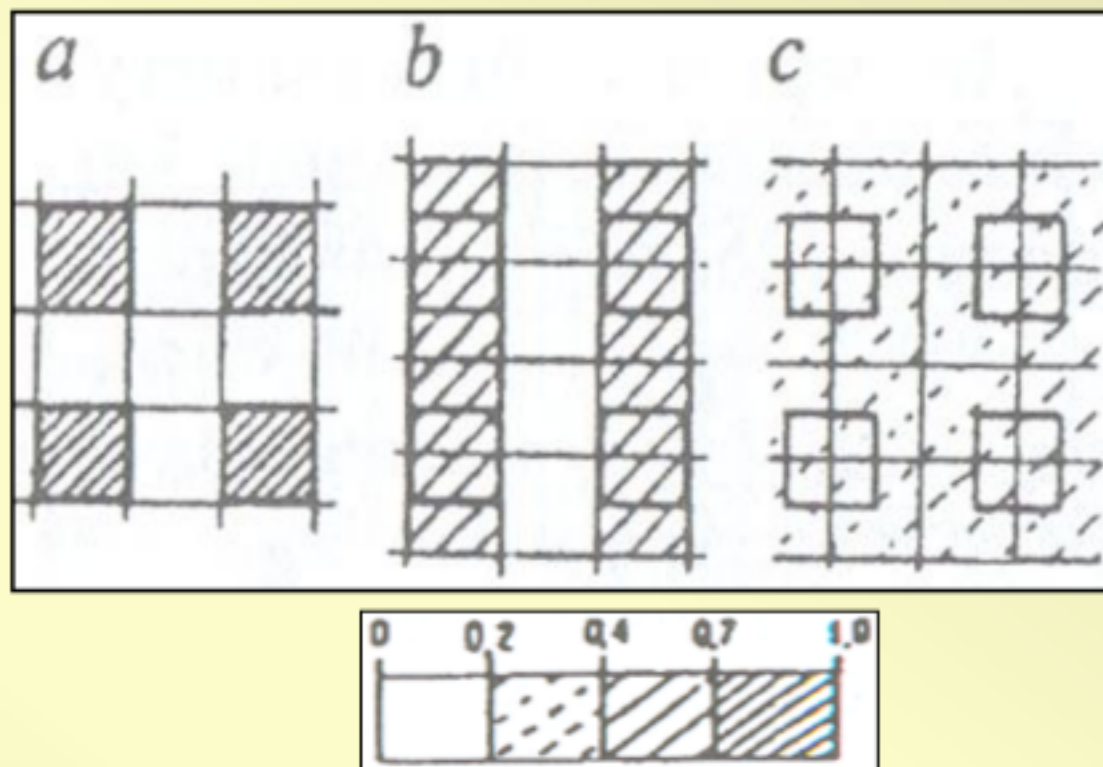


Рис. Пиксельное воспроизведение дисперсных объектов регулярного размещения при прямолинейной расстановке элементов размером до 1 пиксела в случаях попадания элементов в ячейки (а), на линии (б) и в узлы (с) сетки пикселей

2.2. Дисперсные объекты регулярного размещения с элементами пиксельных размеров

- Изображение дисперсных объектов регулярного размещения, образованных элементами пиксельных размеров шахматной и прямолинейной расстановки, преобразуется при увеличении размера пикселей в **полосчатые и сетчатые структуры.**

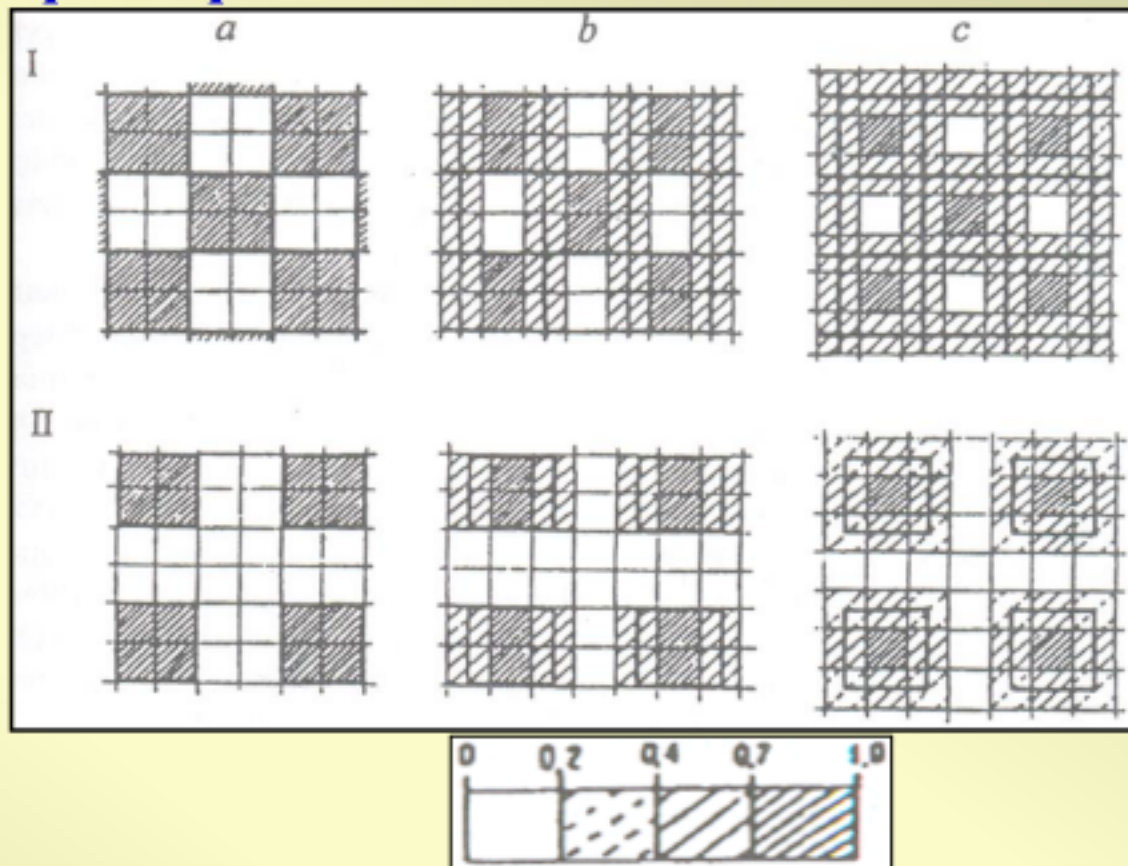


Рис. Пиксельное воспроизведение дисперсных объектов регулярного размещения при шахматной (I) и прямолинейной (II) расстановке элементов с линейными размерами 2 пиксела в случаях различного положения элементов относительно линий и узлов сетки пикселей.

3. Воспроизводимость дисперсных объектов нерегулярного размещения

- Изображение рисунка из дисперсных объектов нерегулярного размещения, образованных элементами пиксельных размеров, **при увеличении размера пикселей вначале осветляется, а затем полностью «поглощается» фоном, то есть изображение этих объектов исчезает**

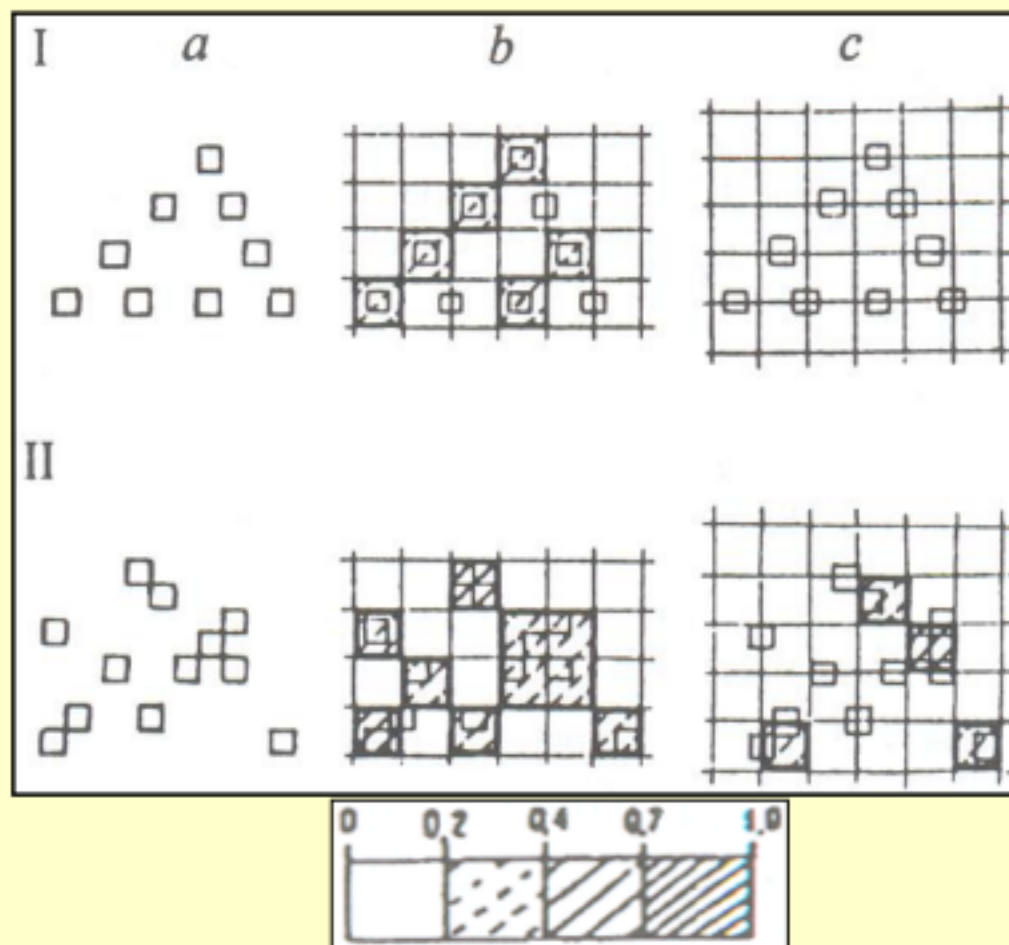


Рис. Пиксельное воспроизведение дисперсных объектов нерегулярного размещения при различном положении относительно сетки пикселей. I - объекты в виде геометрических фигур; II - объекты со случайным размещением элементов

4. Воспроизводимость **прямолинейных объектов** разной ширины и ориентировки

4.1. Прямолинейные объекты **субпиксельной ширины**.

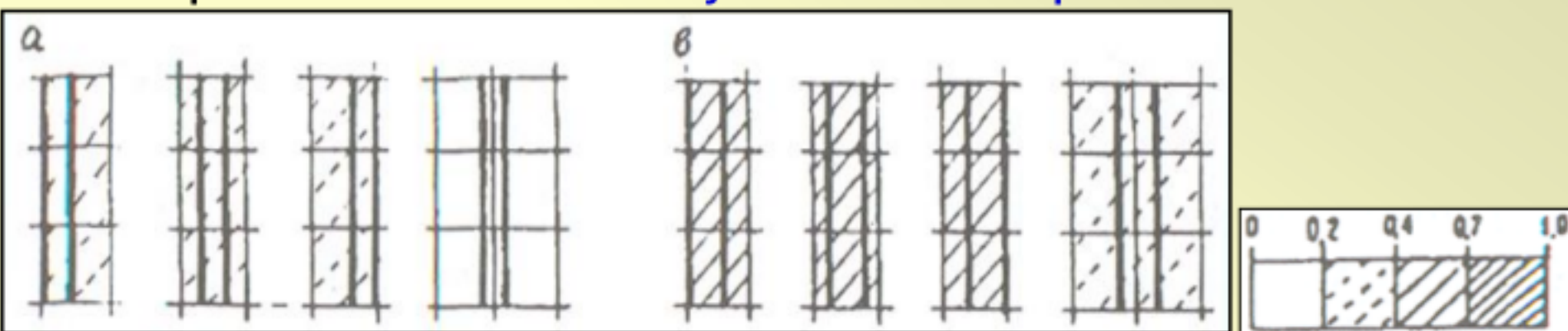
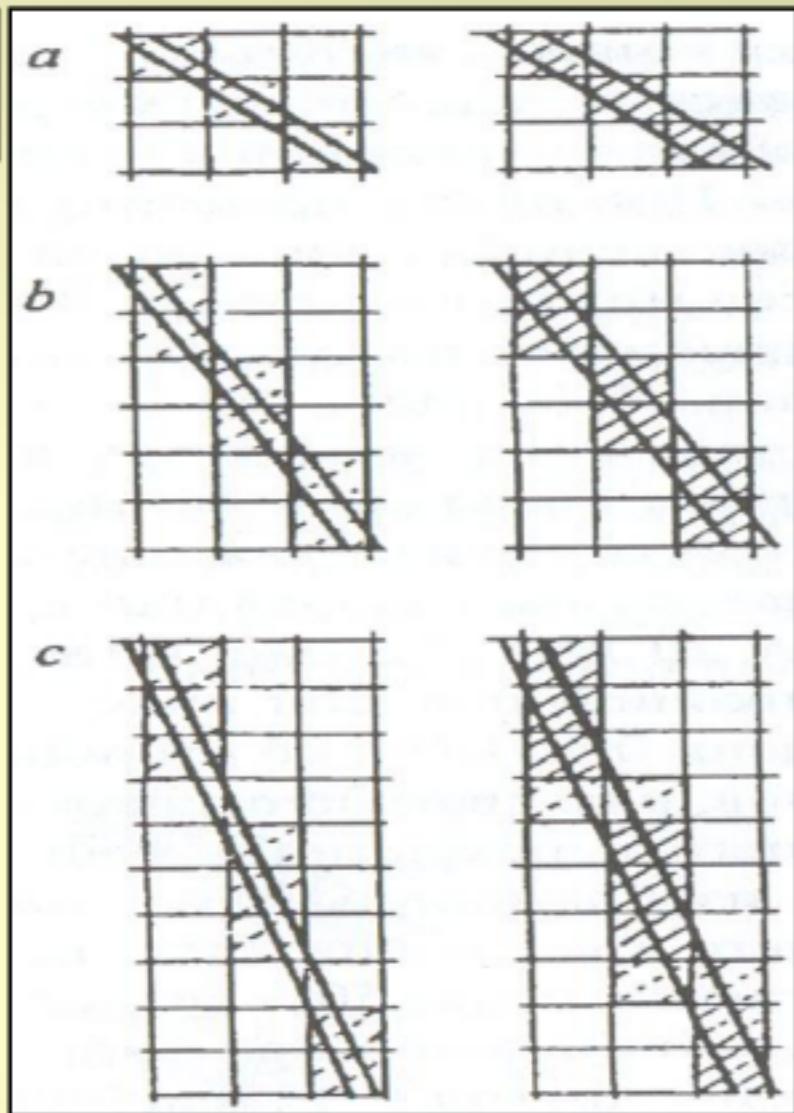
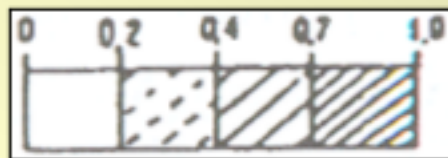


Рис. Пиксельное отображение прямолинейных объектов субпиксельной ширины, совпадающих по направлению с линиями сетки пикселей: **а** - при ширине линейного объекта 0,2-0,4 пиксела; **б** - при ширине 0,4-0,7 пиксела.

- Прямолинейные объекты субпиксельной ширины, по направлению **совпадающие с линиями сетки пикселей**, изображаются в **виде одинарных полос пикселей**, степень почернения которых зависит от ширины объекта. При попадании на линии сетки пикселей **объекты либо исчезают**, либо изображаются **двойной полосой пикселей ослабленного почернения**.

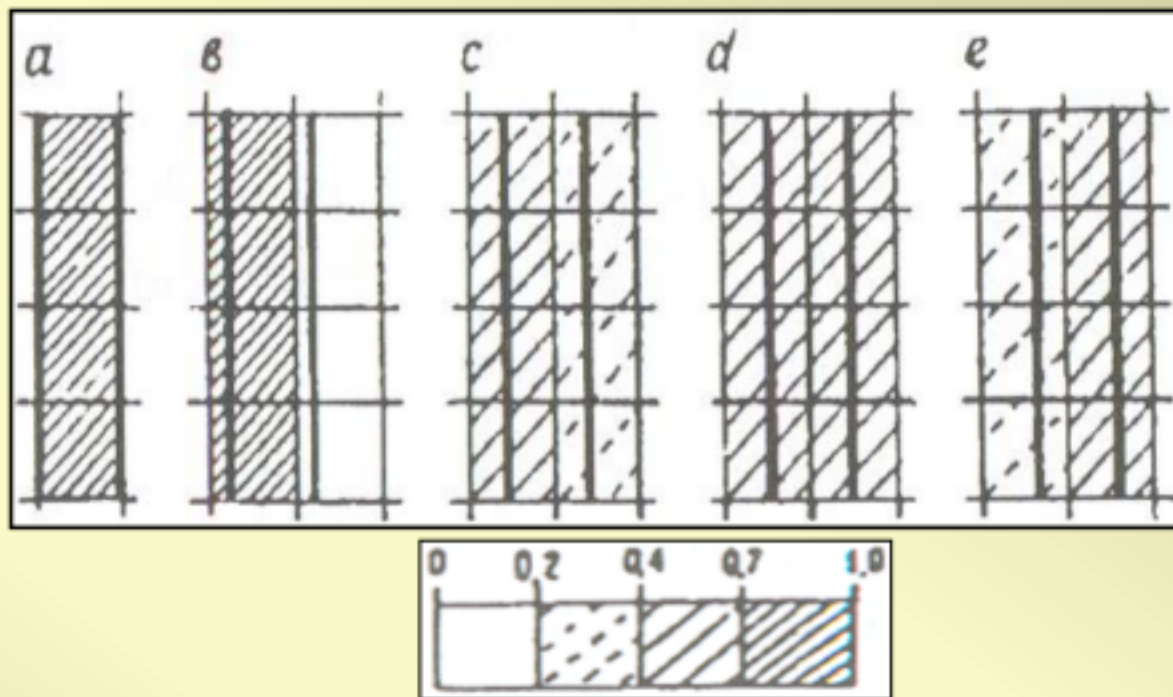
■ **Прямолинейные** объекты **субпиксельной ширины**, **направленные по диагонали к линиям сетки пикселей**, **изображаются в виде **диагональных цепочек пикселей****, звенья которых при уменьшении наклона линии удлиняются, а затем разрываются, а степень почернения изображения зависит от ширины прямолинейного объекта.



Пиксельное отображение **прямолинейных объектов субпиксельной ширины**, направленных к линиям сетки пикселей под углом: а-45°; б - 30°; с - 15°.

4.2. Прямолинейные объекты **пиксельной ширины**

- По характеру изображения прямолинейного объекта **шириной в один пиксел, совпадающего по направлению с линиями сетки пикселей, можно уточнить положение этого объекта до 0,2 пиксела**



Пиксельное отображение **прямолинейных объектов шириной 1 пиксел, совпадающих по направлению с линиями сетки пикселей, при разном положении относительно этих линий**

Исследование изменения пространственного разрешения

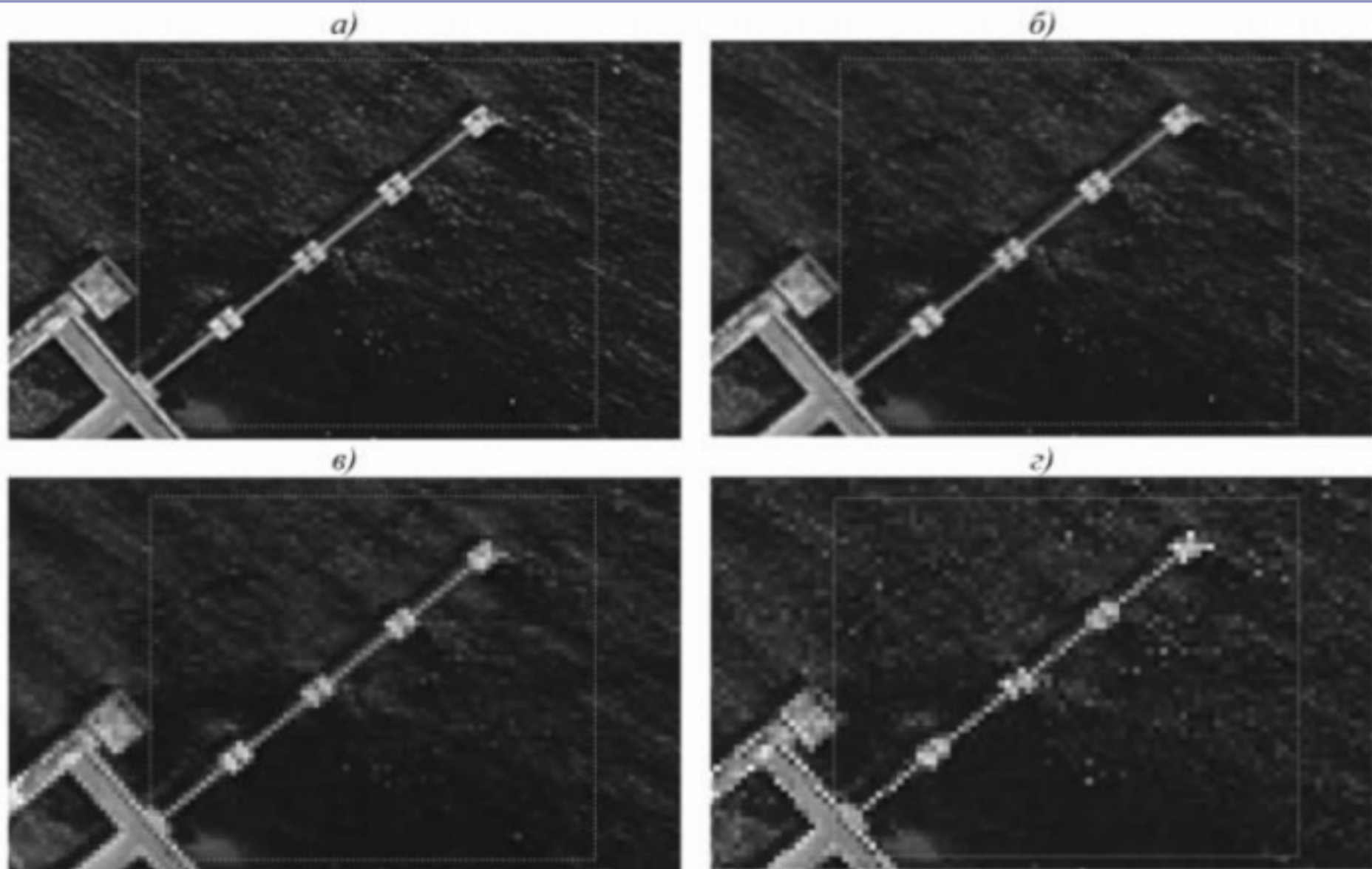


Рис. 1 Изображение морского причала с различным пространственным разрешением (а - 0,6 м, б - 1,2 м, в - 1,8 м, г - 2 м)

На рис.1 показано **изображение морского причала**, состоящего из **линейной части (стрелы)** длиной около 130 м - шириной менее 3 м и **четырёх площадок** 7x8 м. Стрела наклонена под углом около 45° к линиям пиксельной сетки.

Из рис.1 просматривается процесс **практически полной деградации изображения при изменении пространственного разрешения от 0,6 м до 2 м.**

Ухудшение разрешения вдвое (рис. 1б) незначительно сказывается на точной идентификации всех элементов причала. Площадку при этом составляют около 45 пикселей, а ширина стрелы - около 2 пикселей.

Дальнейшее ухудшение разрешения до 1,8 м (рис.1в) приводит к началу размыва границ площадки и стрелы. На площадках детали уже не различаются, но границы различимы. При этом ширина стрелы составляет до 2 пикселей, а площадка вмещает до 20 пикселей.

С последующим ухудшением разрешения до 2 м площадки перестают уверенно идентифицироваться и выглядят как бесформенные образования на стреле. Стрела продолжает и будет далее идентифицироваться при дальнейшем ухудшении разрешения, однако морской причал в целом уже не определяется.

a)*б)*

Рис. 7. Трасса трубопровода (показана стрелкой) на космическом снимке Landsat-7 (а) и QuickBird (б)

Однако **излишняя детальность снимков сверхвысокого разрешения иногда приводит к их перегруженности информацией** и это мешает визуальному восприятию объектов. Исследуемый объект «теряется» в окружающей среде (рис. 7б). **Снимки более низкого разрешения генерализируют изображение, маскируя мелкие детали** (рис. 7а).

Решая задачи трассодиагностики нужно рационально подходить к выбору космического снимка, руководствуясь протяженностью трассы, характеристиками объекта и точностью выявления в каждом конкретном случае