

Восстановление 3D-образов из сжатых данных УЗИ

Иванский Юрий Владимирович, группа 661

Научный руководитель: Граничин О. Н., д. ф.-м. н., профессор

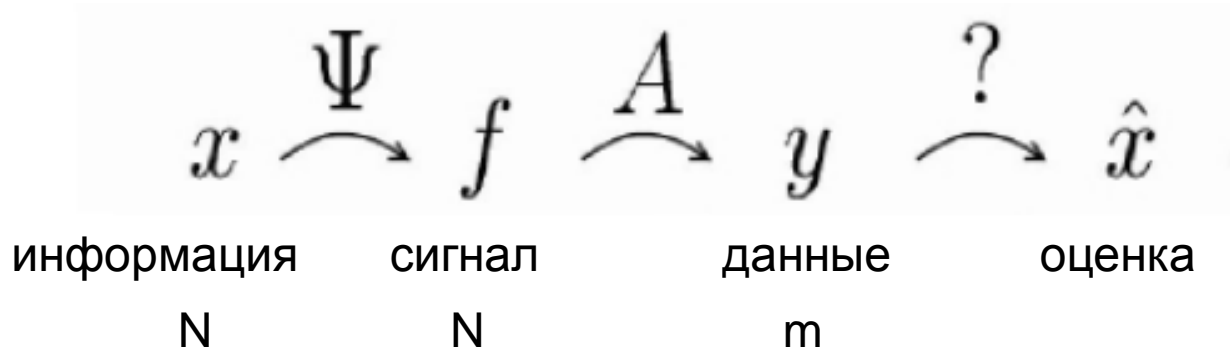
Рецензент: Гориховский В.И., аспирант

Задача



Исследование возможности применения опознания со сжатием (compressive sensing) для уменьшения объема передаваемых данных

Опознание со сжатием: сжатие



$$y = Af = A\psi x = \Phi x \quad x - s\text{-разреженный}$$

\mathcal{X} возможно оценить x при $m \ll N$, если он разреженный

- Алгоритм восстановления \mathcal{X}
- Выбор матрицы A

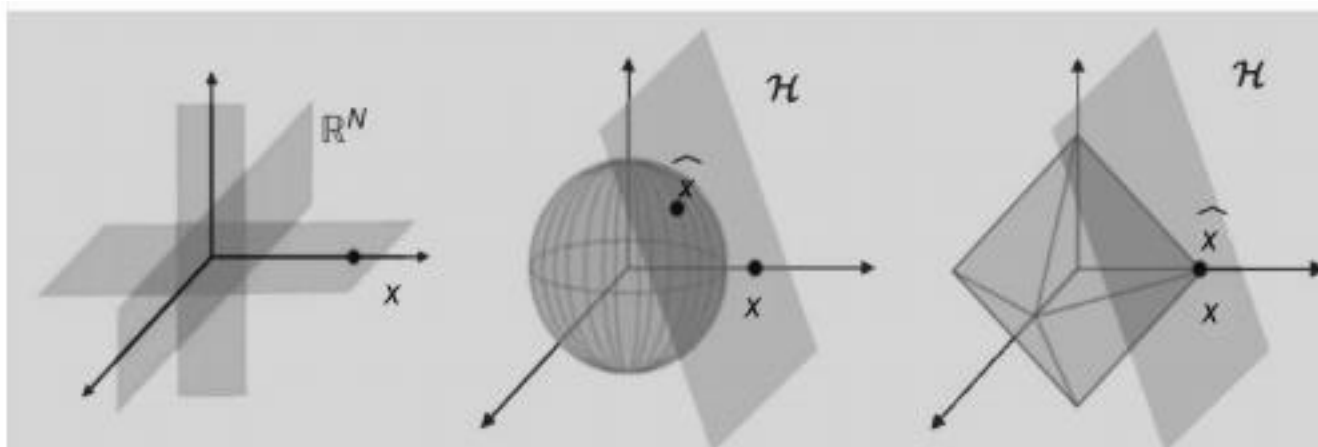
Опознание со сжатием: ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Восстановление x

Donoho, D. Compressed sensing // IEEE Trans. Inform. Theory Vol. 52. No. 4.
Apr. 2006. P. 1289-1306

l_1 -оптимизация:

$$\|x\|_1 = \sum_j |x[j]| \rightarrow \min : y = \Phi x \quad \Phi \text{ удовлетворяет свойству ограниченной изометрии}$$



Опознание со сжатием: восстановление

Выбор матрицы A

Candès, E.J.; Romberg, J.; Tao, T. Robust uncertainty principles: Exact signal reconstruction from highly incomplete frequency information // IEEE Trans. Inform. Theory. Vol. 52 No. 2 Feb. 2006. P. 489-509.

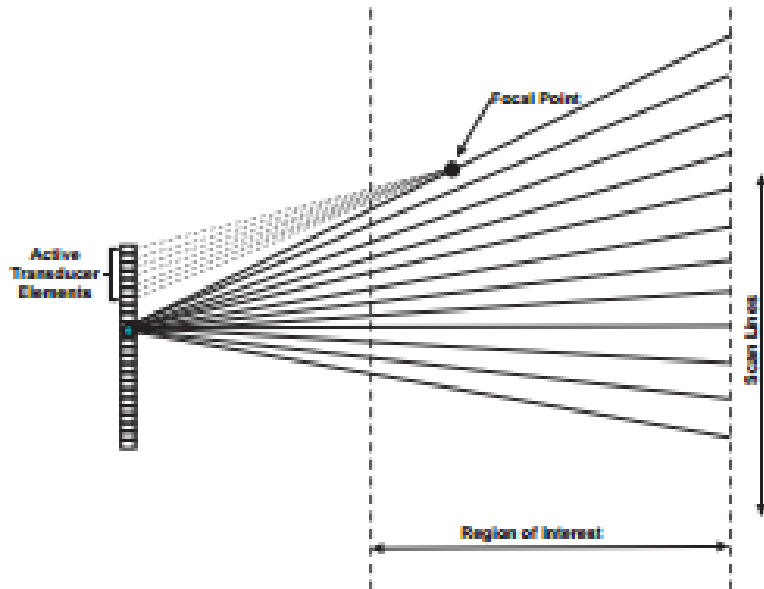
Распределение Бернулли $P(a[i, j] = \pm 1 / \sqrt{m}) = \frac{1}{2}$

Нормальное распределение $N\left(0, \frac{1}{m}\right)$

$$m \geq c \cdot s \cdot \log\left(\frac{N}{s}\right)$$

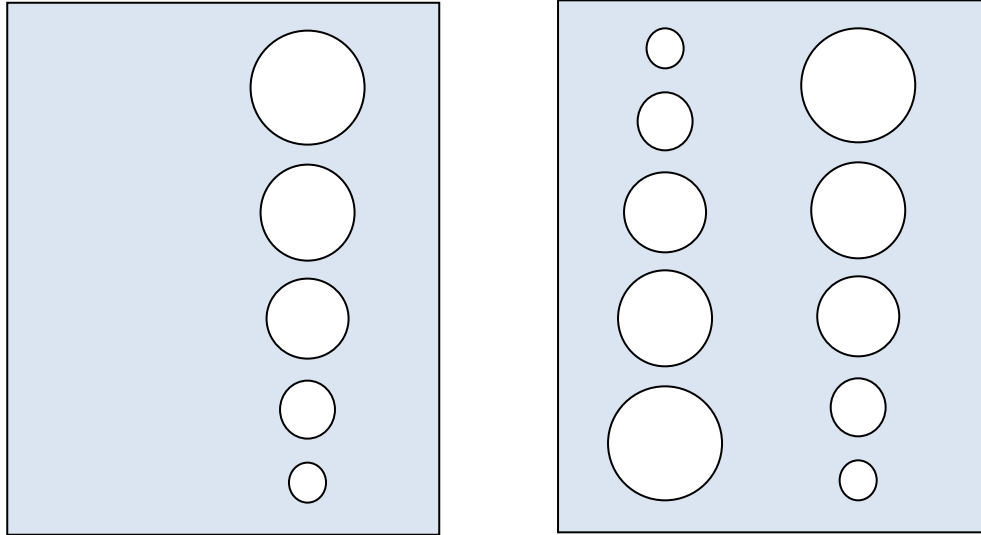
Принцип работы УЗИ-сканера

Формирование пучка



Ultrasound System – Sound Wave Focusing

Модель: параметры



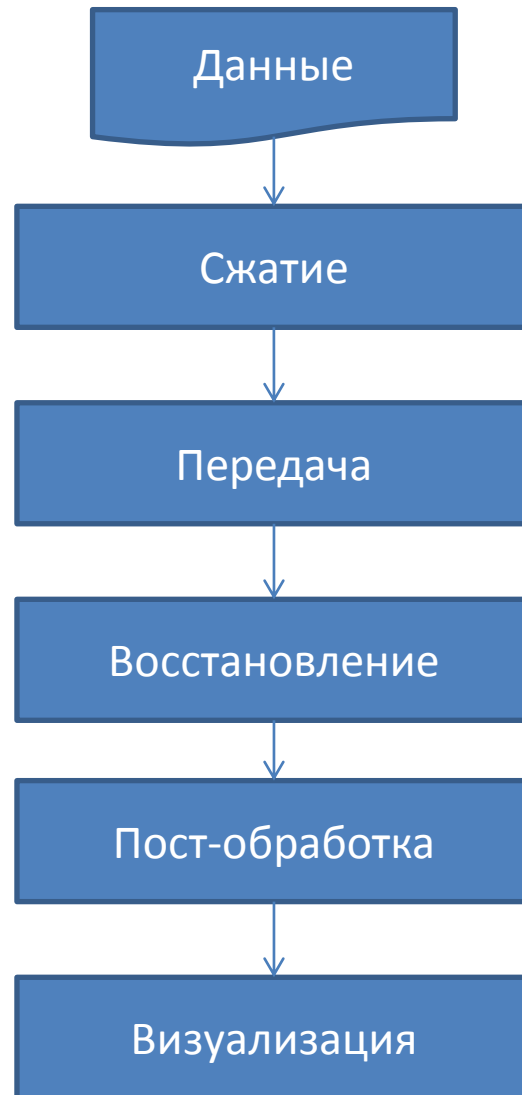
Радиусы выпуклостей:

2, 3, 4, 5, 6 мм

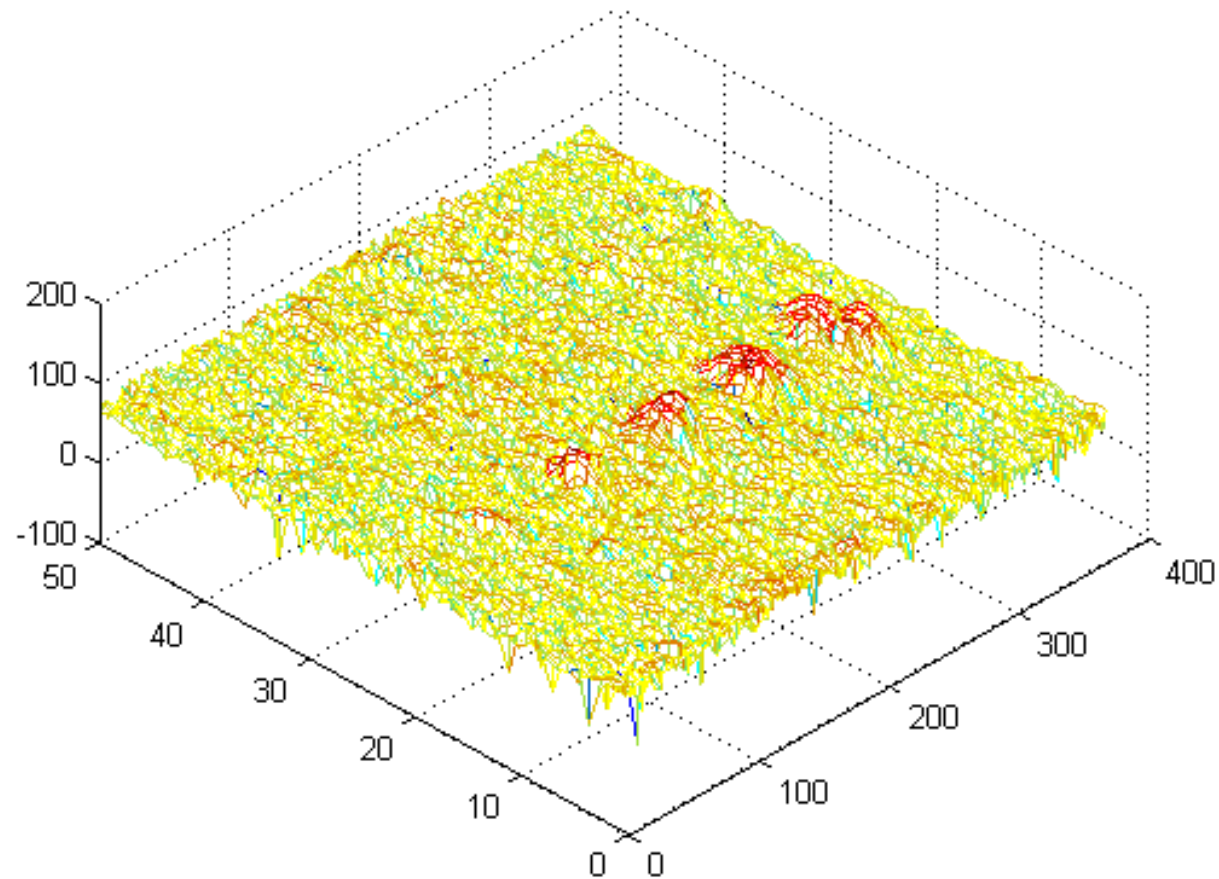
Количество датчиков:

50, 1000

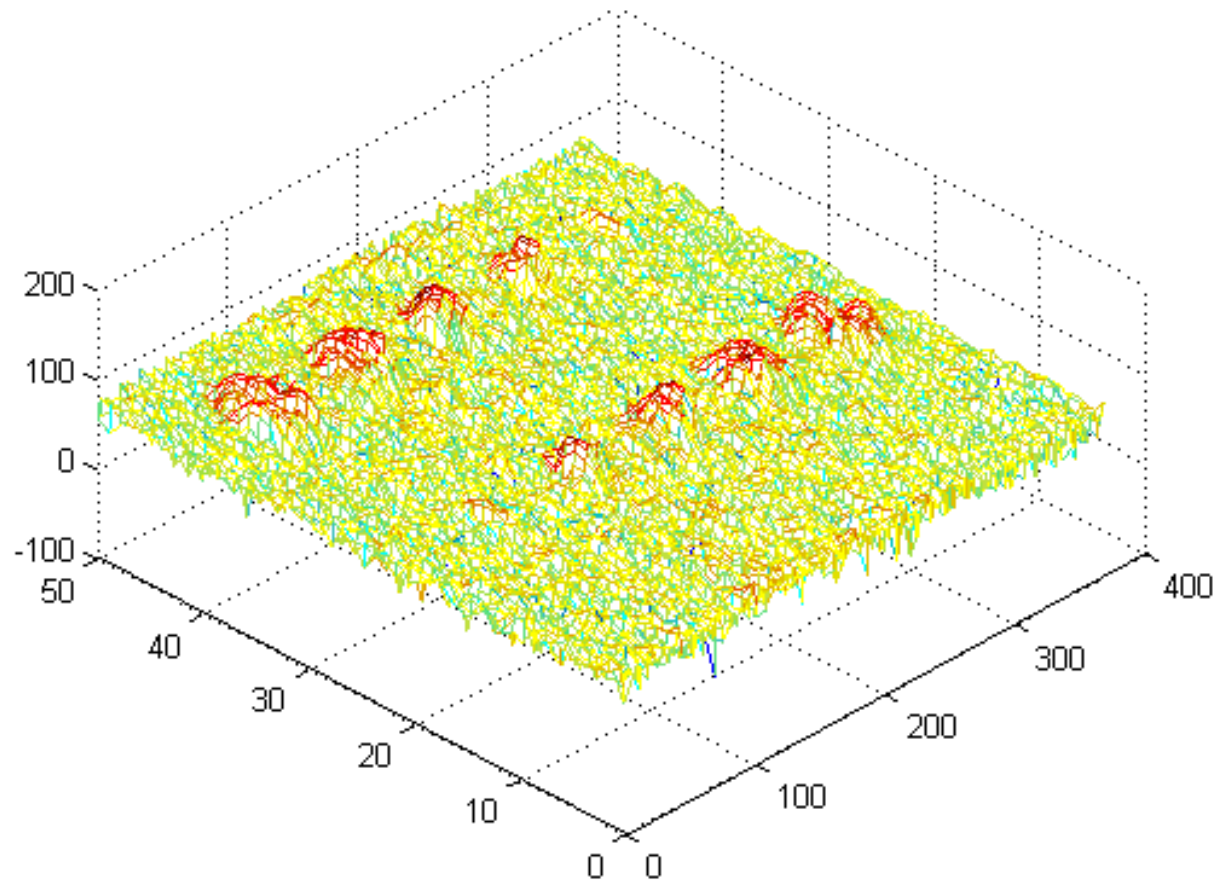
Модель: реализация



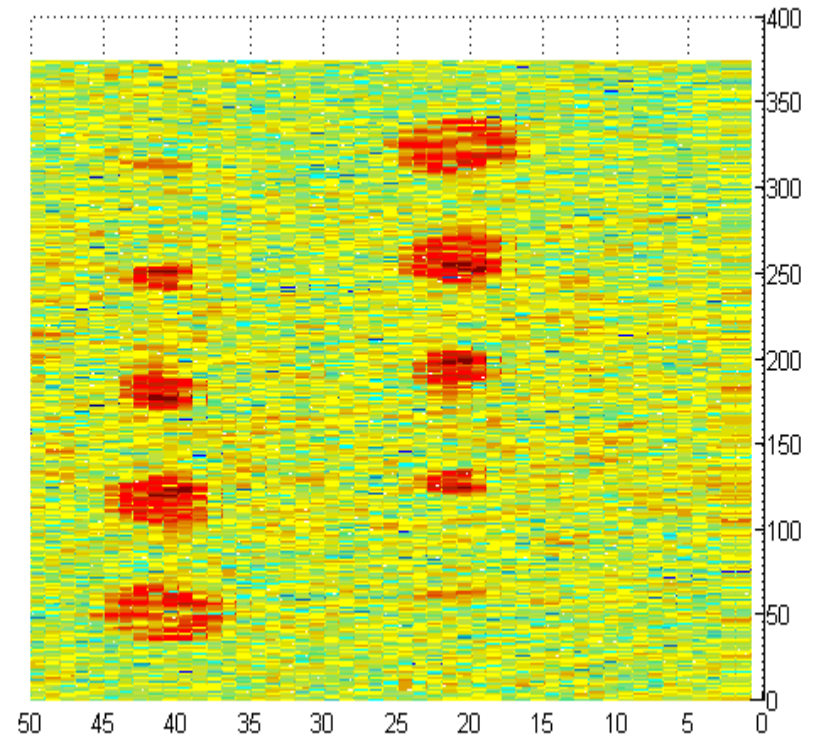
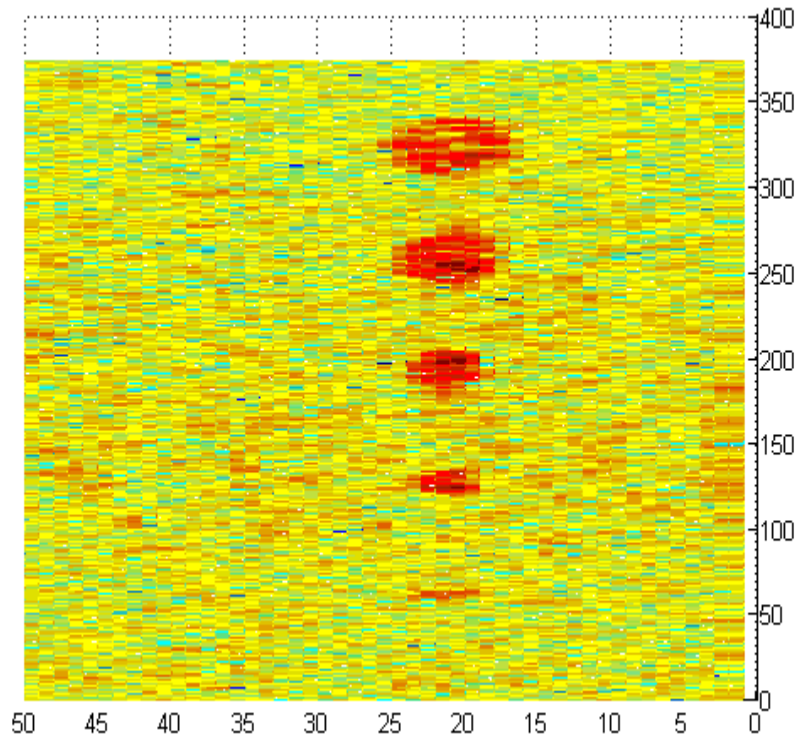
Исходное изображение: поверхность первого типа



Исходное изображение: поверхность второго типа

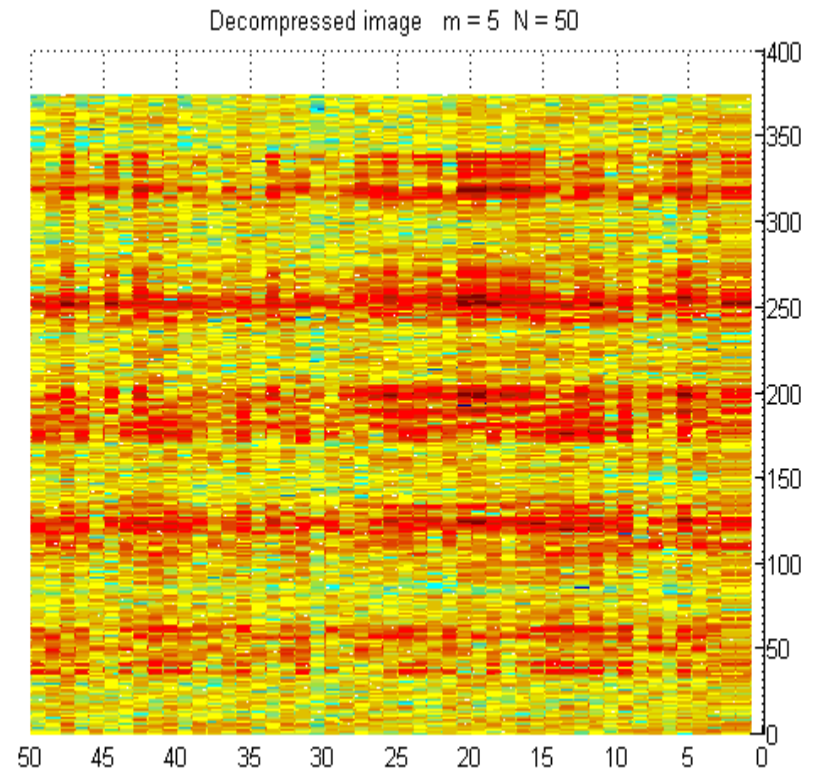
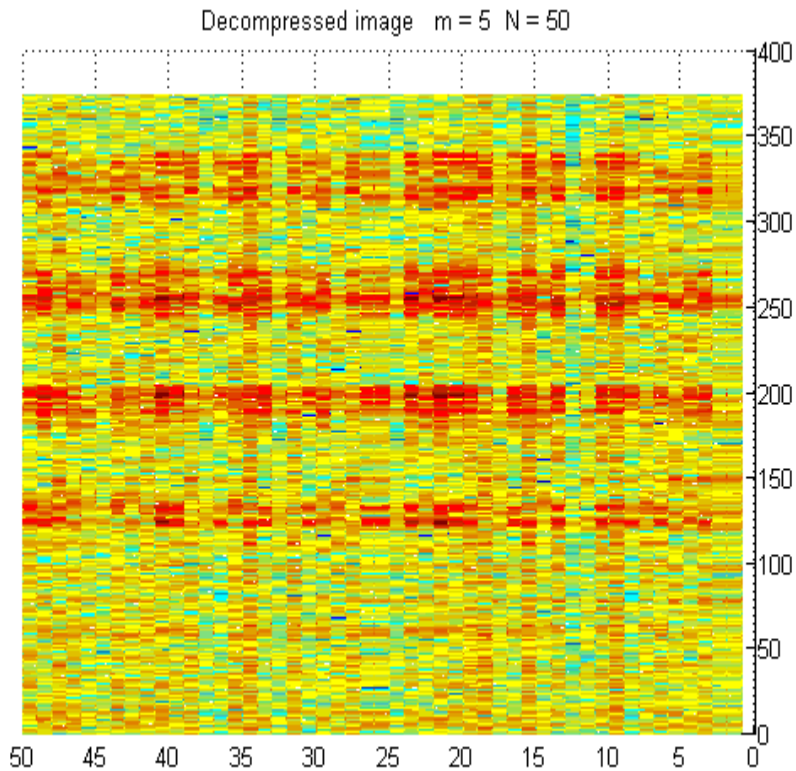


Исходные изображения



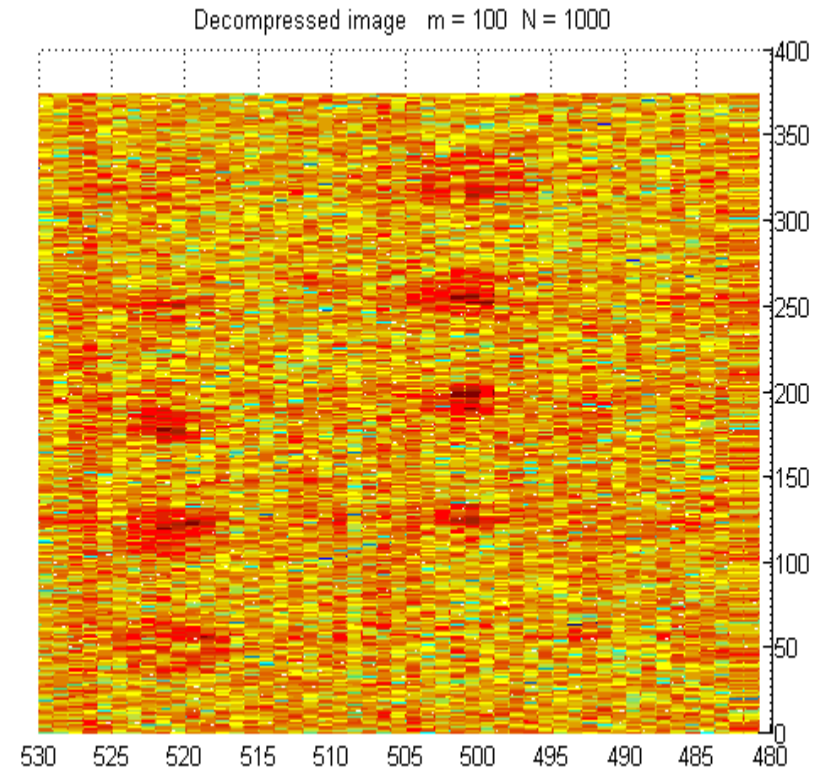
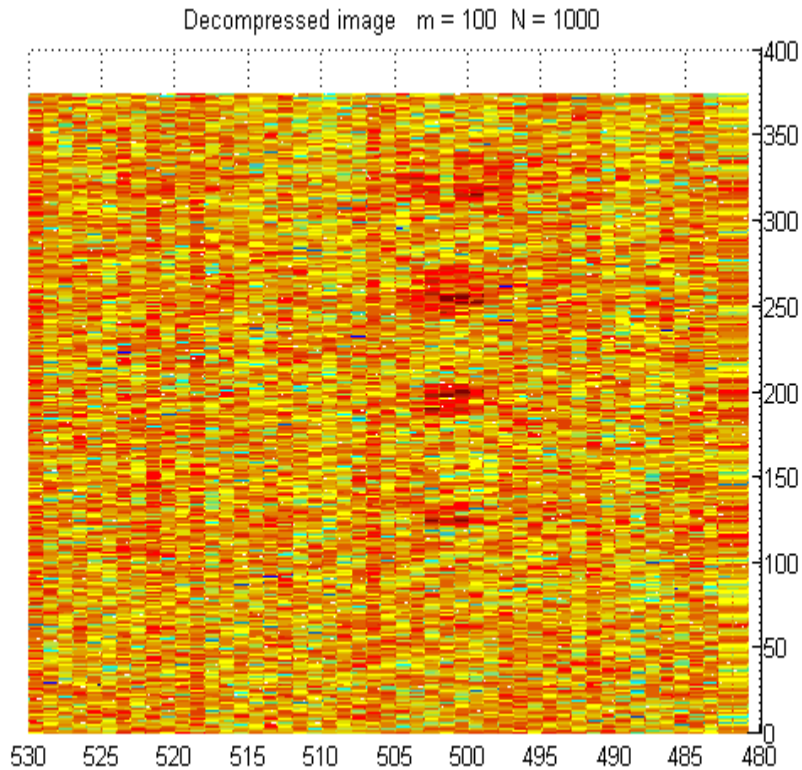
Восстановленные изображения

$m = 5$ $N = 50$



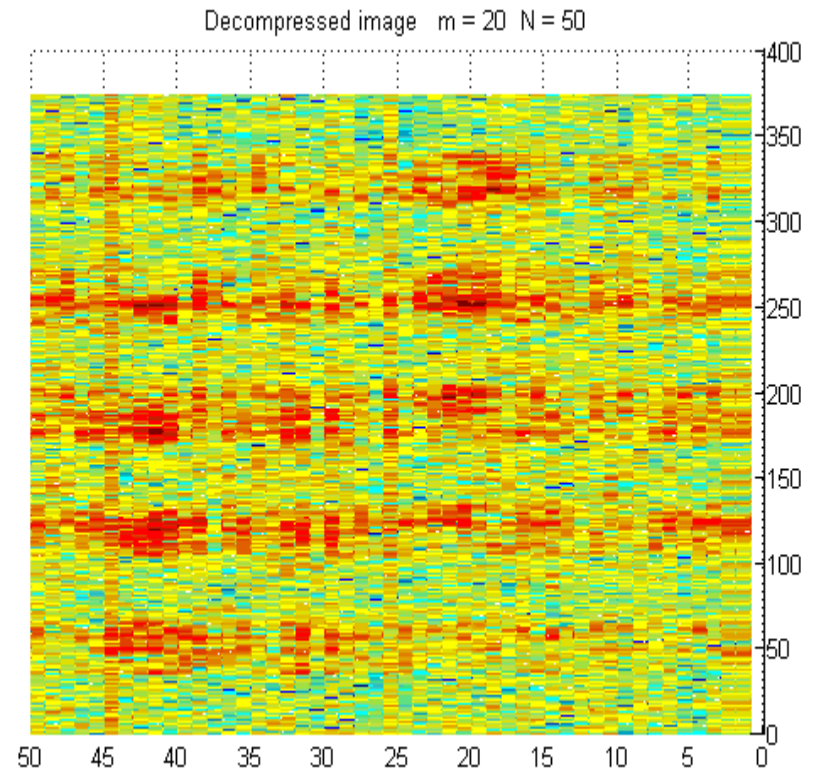
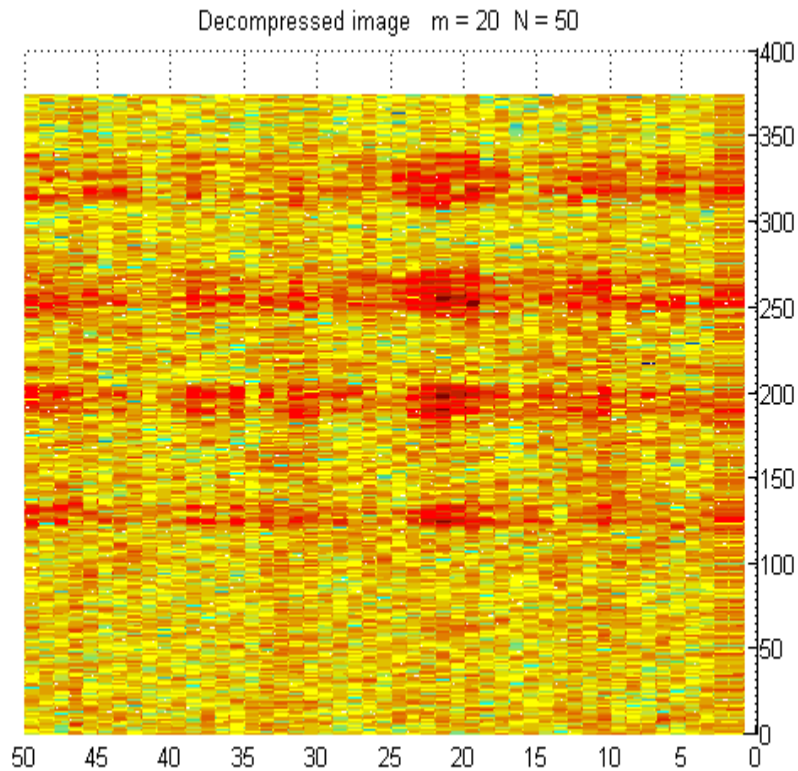
Восстановленные изображения

$m = 100$ $N = 1000$



Восстановленные изображения

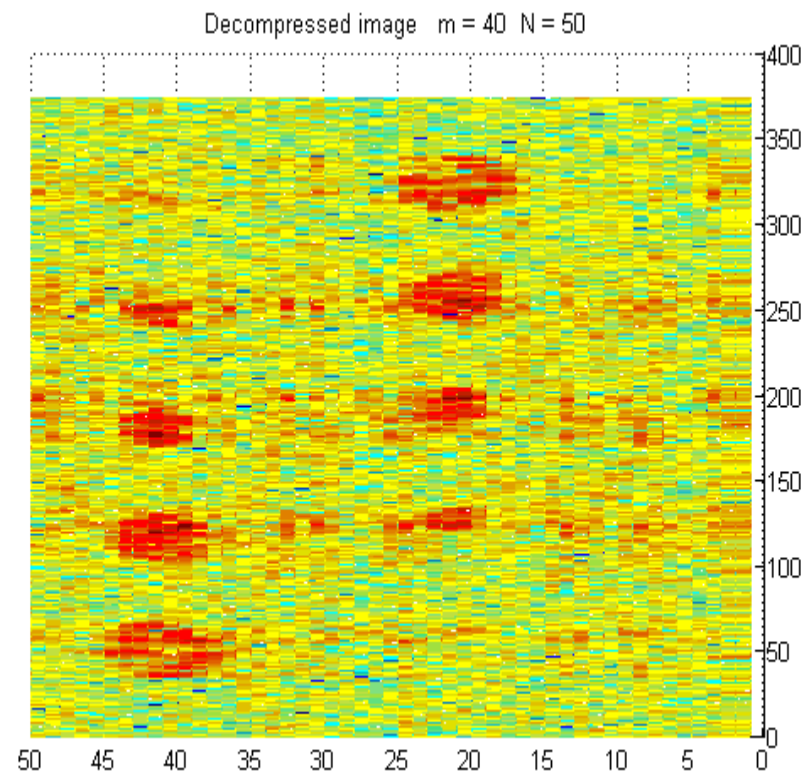
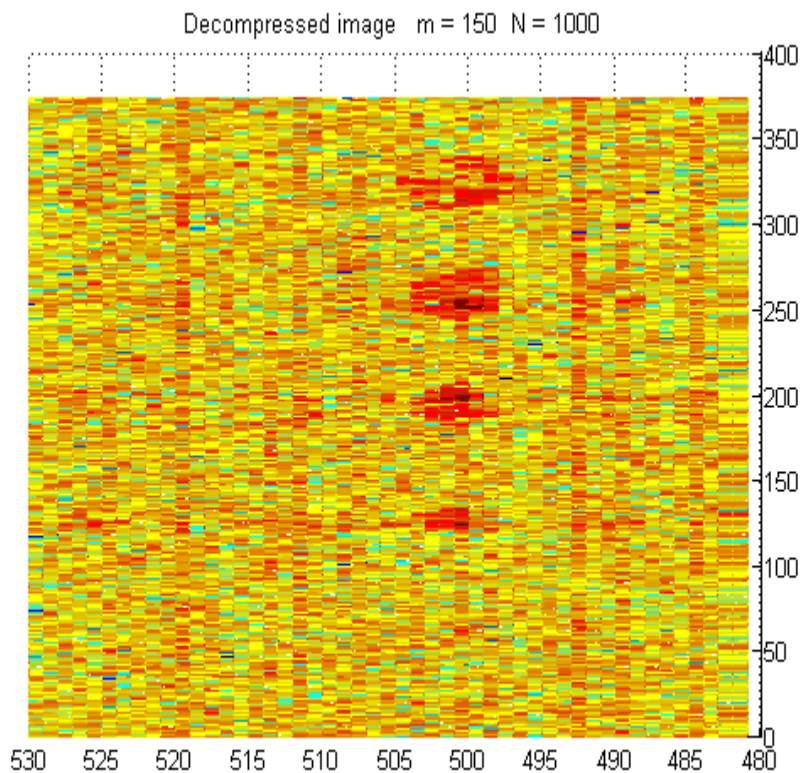
$m = 20$ $N = 50$



Восстановленные изображения

$m = 150$ $N = 1000$

$m = 40$ $N = 50$



Качество восстановления

$N = 1000$

Размерность сжатого вектора, m	Количество различных выпуклостей для поверхности первого типа	Количество различных выпуклостей для поверхности второго типа
50	1	3
75	2	5
100	3	7
125	4	8
150	4	8

Качество восстановления

N = 50

Размерность сжатого вектора, m	Количество различных выпуклостей для поверхности первого типа	Количество различных выпуклостей для поверхности второго типа
5	0	0
10	3	2
20	4	5
30	4	7
40	4	8

Результаты

- Реализована принципиальная модель УЗИ-сканера, осуществляющая сжатие данных и их восстановление после передачи
 - Степень сжатия – параметр модели
- Исследована зависимость качества восстановления сигнала от различных параметров системы