



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

## Повышение качества видео для задач криминалистической экспертизы

Студент гр.6511-100503D,  
Цой Глеб Владимирович  
Руководитель – Сергеев Владислав Викторович

Самара  
2021



Цель работы – исследование нового метода восстановления изображений по серии кадров низкого качества.

Поставленные задачи:

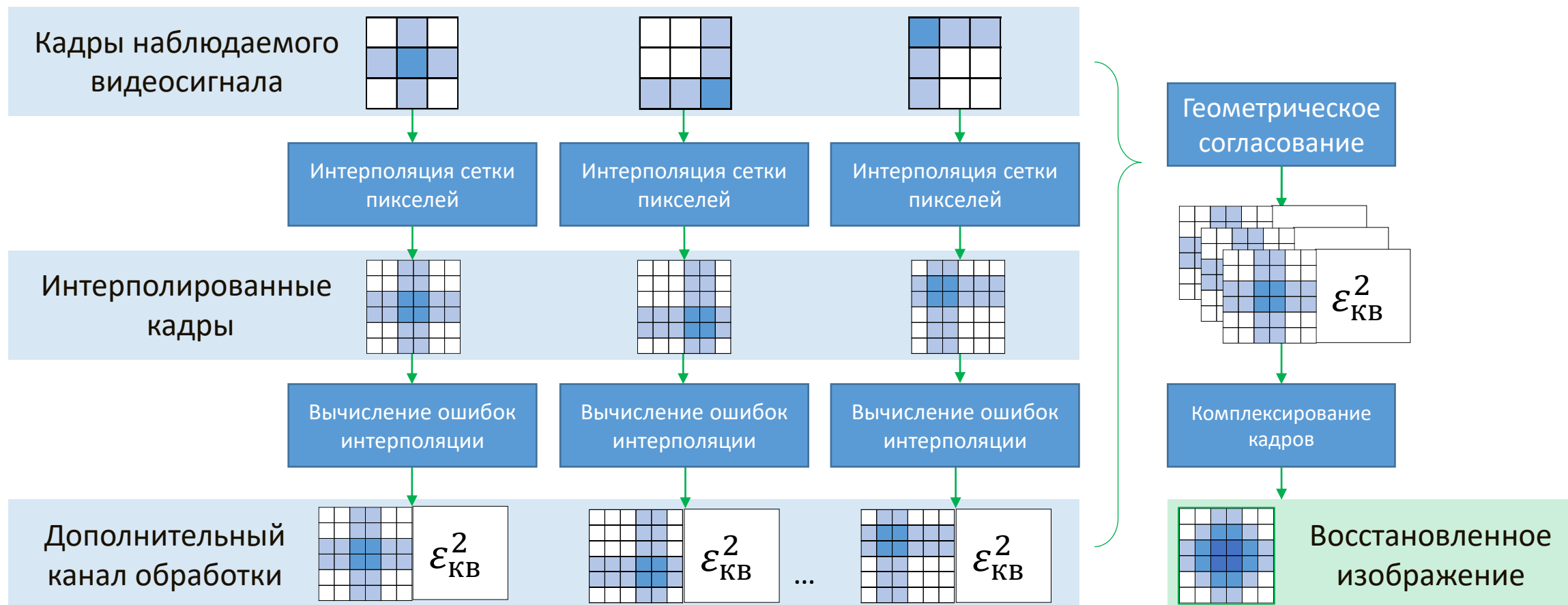
- Исследование наиболее эффективного метода геометрического согласования кадров видеопоследовательности.
- Реализация программного комплекса повышения качества изображений.
- Анализ результатов работы алгоритма на тестовых выборках видеокадров, типичных для задач криминалистической экспертизы.
- Проведение сравнительного исследования разработанного метода с другим существующим методом.





## ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО МЕТОДА

Схема предлагаемого метода



Билинейная интерполяция:

$$\hat{x}(t, \tau) = \left(1 - \frac{t}{T} - \frac{\tau}{T} + \frac{t\tau}{T^2}\right) y(0,0) + \left(\frac{\tau}{T} - \frac{t\tau}{T^2}\right) y(0, T) + \left(\frac{t}{T} - \frac{t\tau}{T^2}\right) y(T, 0) + \frac{t\tau}{T^2} y(T, T)$$

Дисперсия ошибки интерполяции:

$$D_{\varepsilon}^{(x)}(t, \tau) = 2D_x \alpha \left( t + \tau - \frac{t^2}{T} - \frac{\tau^2}{T} \right)$$

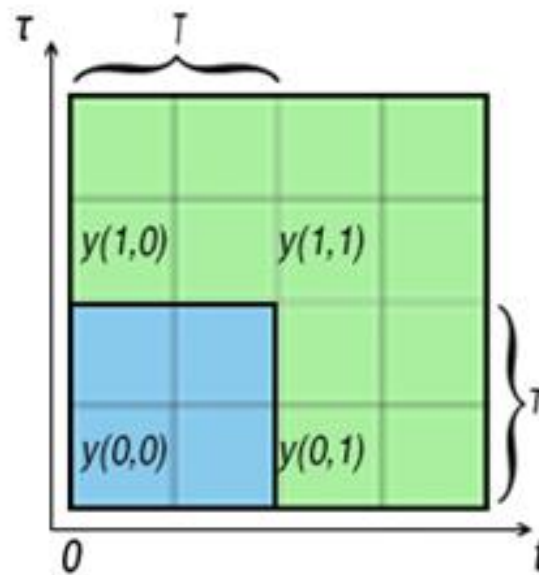
$t, \tau$  – координаты интерполированного отсчёта;

$T$  – шаг дискретизации;

$y(i, j)$  – значение опорных точек интерполяции;

$D_x$  – дисперсия сигнала;

$\alpha$  – параметр дисперсии сигнала АКФ.



Изображение,  
интерполированное в  
2 раза

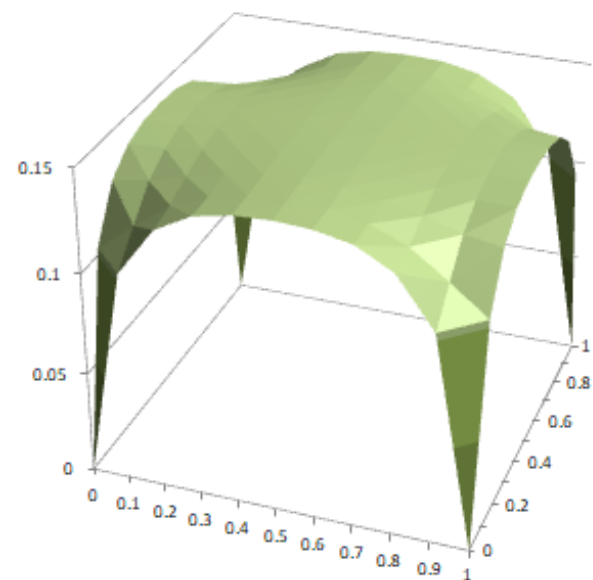
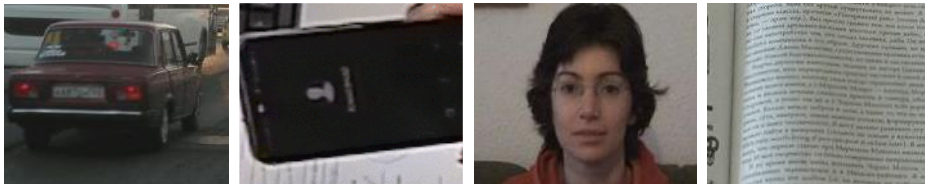


График ошибки  
интерполяции

Тестовые выборки видеопоследовательности:



Формула СКО двух изображений:

$$\sigma = \sqrt{\left( \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |I(i, j) - K(i, j)|^2 \right)}$$

$m$  – ширина изображения в пикселях;

$n$  – длина изображения в пикселях;

$I(i, j)$  – значение  $i, j$ -ого пикселя результирующего изображения;

$K(i, j)$  – значение  $i, j$ -ого пикселя эталонного изображения.

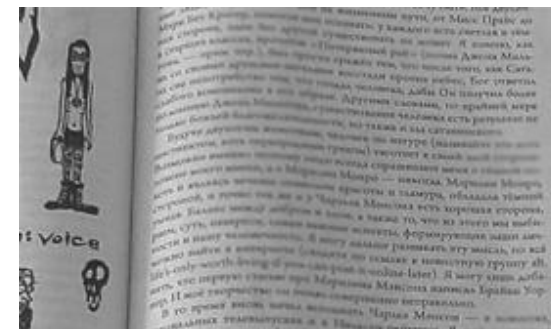
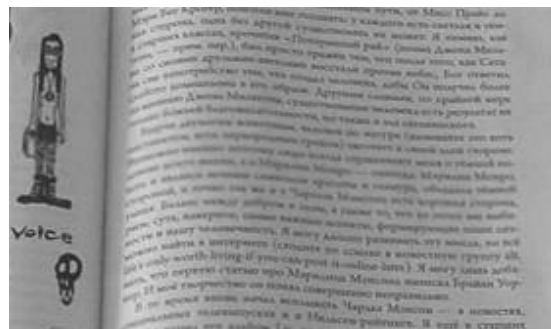
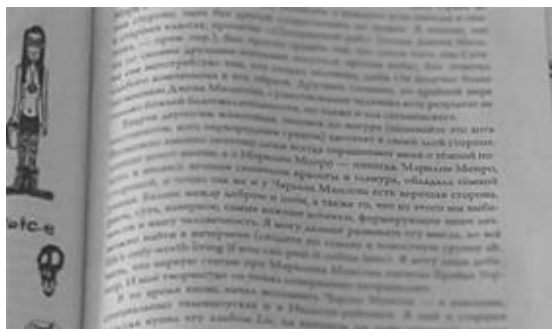
Результаты исследования:

	Наименование метода	Среднее СКО согласования
1	С использованием особых точек, дескриптор SIFT	29,017
2	С использованием особых точек, дескриптор SURF	29,264
3	С использованием особых точек, дескриптор BRIEF	29,205
4	С использованием особых точек, дескриптор ORB	28,841
5	Пирамидальный подход, сдвиг	27,551
6	Пирамидальный подход, сдвиг и поворот	23,506
7	Пирамидальный подход, сдвиг-масштаб-поворот	23,465
8	Пирамидальный подход, аффинное преобразование	23,155
9	Пирамидальный подход, билинейное преобразование	23,272
10	С использованием пиков ВКФ	27,879
11	С использованием пиков ВКФ, с $\chi^2$ -мерой	27,842
12	С использованием оптического потока	29,419

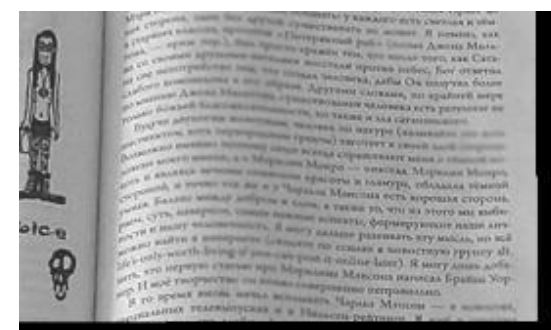
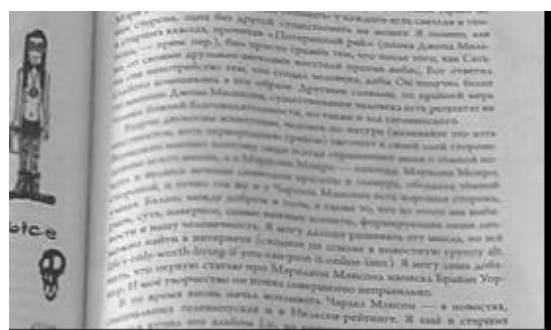
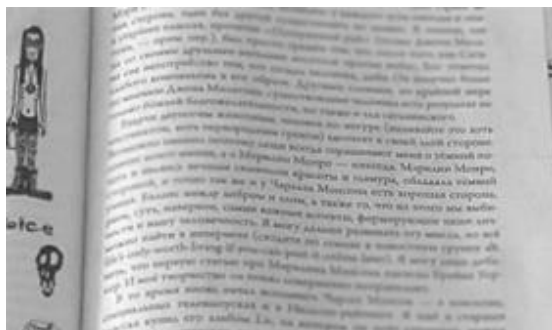


## ПРИМЕР ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СОГЛАСОВАНИЯ

Последовательность кадров исходного видео:



Последовательность геометрически согласованных кадров:



Повышение качества видео для задач криминалистической экспертизы





Оценка исходной величины:

$$\hat{x}_k = \sum_{i=0}^{I-1} a_i y_i$$

Весовой коэффициент  $a_i$

$$a_i = \frac{\frac{1}{D_{\varepsilon_i}}}{\sum_{j=0}^{I-1} \frac{1}{D_{\varepsilon_j}}}$$

$$i \in [0, I - 1]$$

$\hat{x}_k$  – оценка измеряемого значения;

$y_i$  – значение каждого  $i$ -ого набора данных, доступное для наблюдения;

$D_{\varepsilon_i}$  – дисперсия ошибки интерполяции каждого  $i$ -ого набора данных.

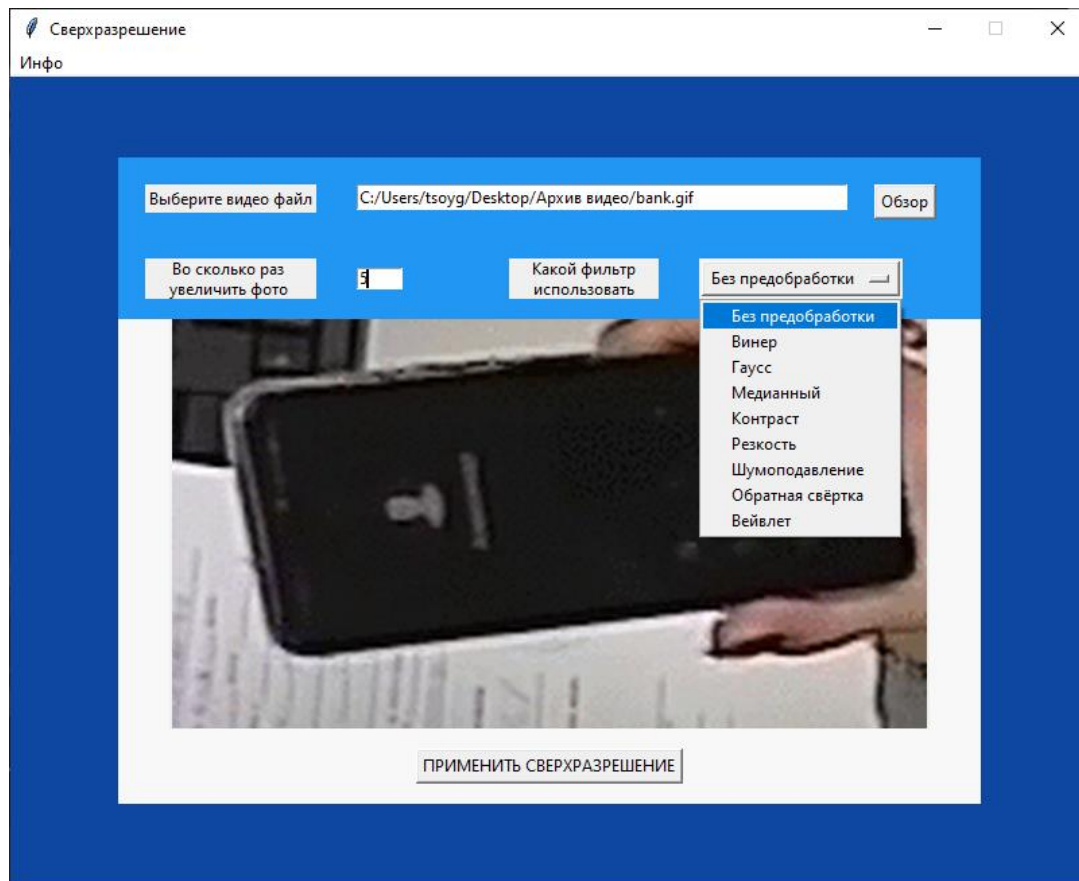
Формула комплексирования неравноточных измерений:

$$\hat{x}_k = \frac{\sum_{i=0}^{I-1} \frac{y_i}{D_{\varepsilon_i}}}{\sum_{i=0}^{I-1} \frac{1}{D_{\varepsilon_i}}}$$





Внешний вид разработанной программы:



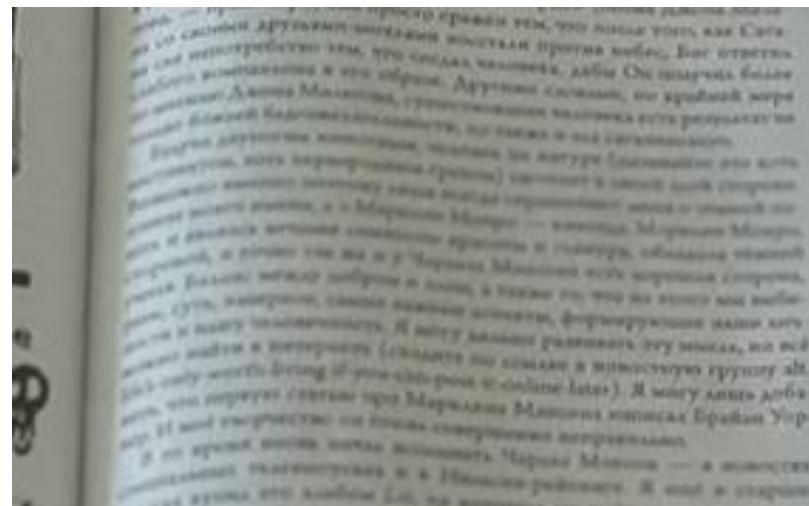
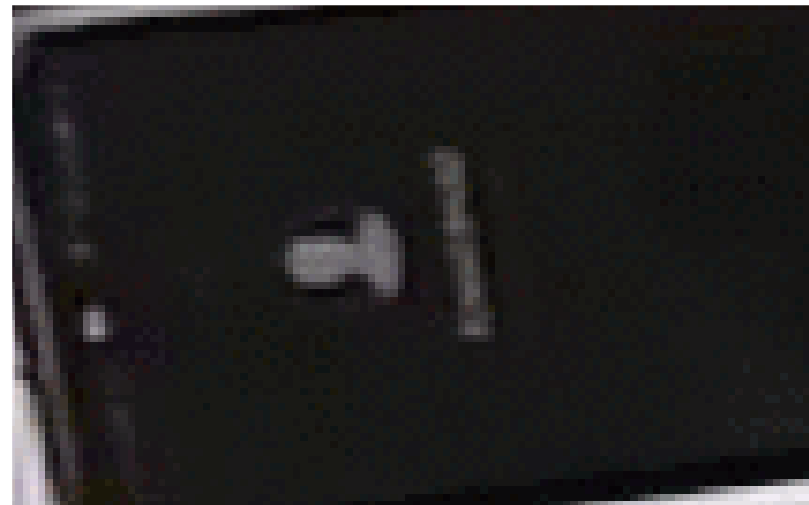
Алгоритм программы:







## ИСХОДНЫЕ ВЫБОРКИ



Повышение качества видео для задач криминалистической экспертизы



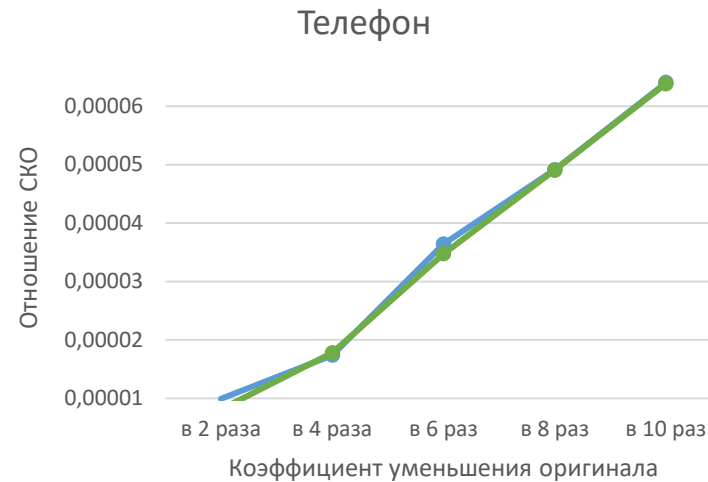
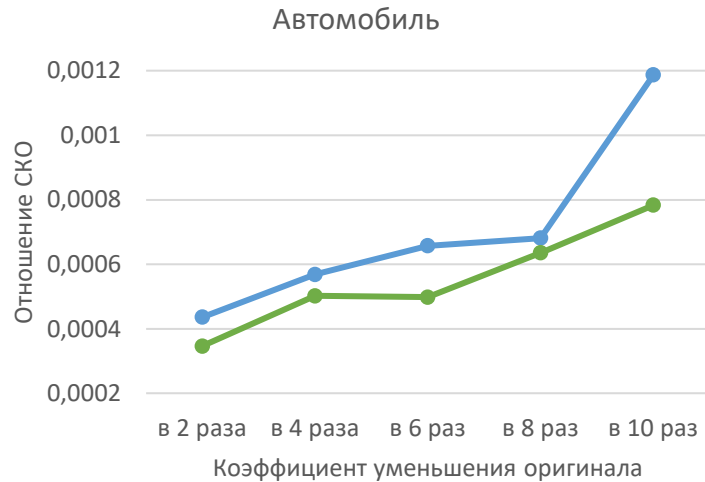


## РЕЗУЛЬТАТ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ



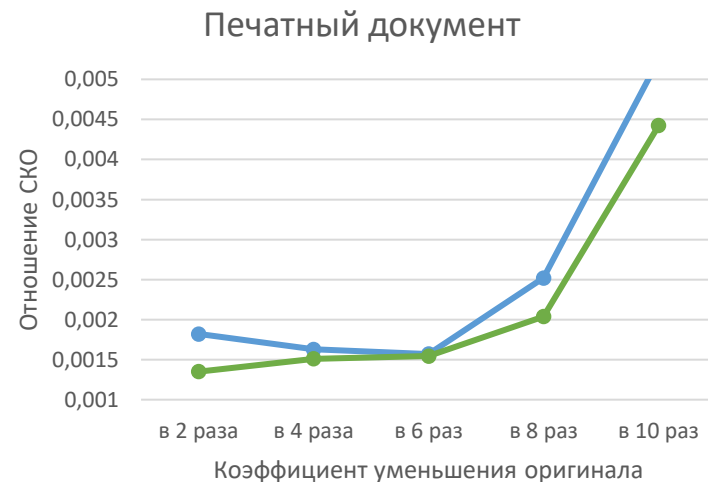
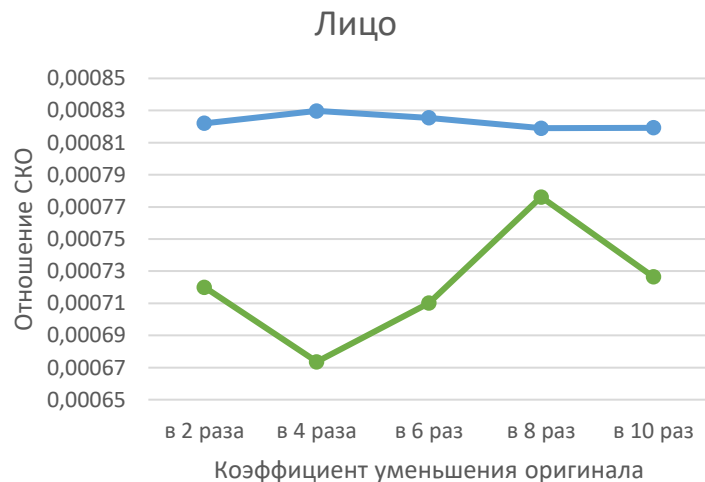


## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ



$$\tilde{\sigma} = \frac{1}{N} \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \sigma_i}{\sigma_{\text{и}}}$$

Отношение СКО отклонения оригинала от эталона к СКО изображения



Отношения СКО невзвешенного комплексирования



Отношения СКО взвешенного комплексирования





В результате работы программы генерируются изображения большего пространственного разрешения, чем исходные, при этом происходит уменьшение эффекта децимации, шумов и динамических искажений. Улучшение качества заметно визуально.

Также сравнительное исследование показало, что разработанный метод эффективнее, чем существующий метод невзвешенного комплексирования.

Часть результатов, полученных в выпускной работе, были представлены на следующих научных конференциях:

- LXX Молодежной научной конференции, посвященной 75 годовщине Победы в Великой Отечественной войне и 100-летию со дня рождения В.П. Лукачева.
- XIV Всероссийской научной конференции молодых ученых "Наука. Технологии. Инновации" (НТИ-2020).
- Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2021» (ПИТ-2021).





**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

## **БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ**

Студент гр.6511-100503D,  
Цой Глеб Владимирович  
+7 902 186 96 72  
tsoygleb2@gmail.com