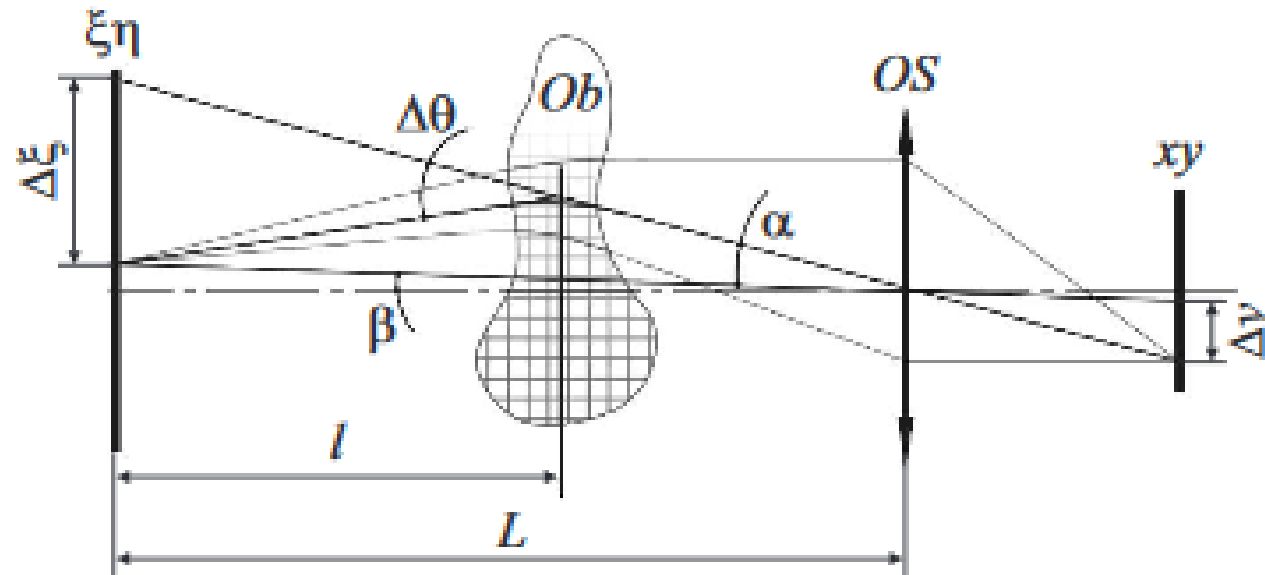


Повышение точности измерений теневым фоновым методом за счет использования анализа полос

Дьячков Григорий 404 группа

ТФМ(Теневой Фооновый Метод)



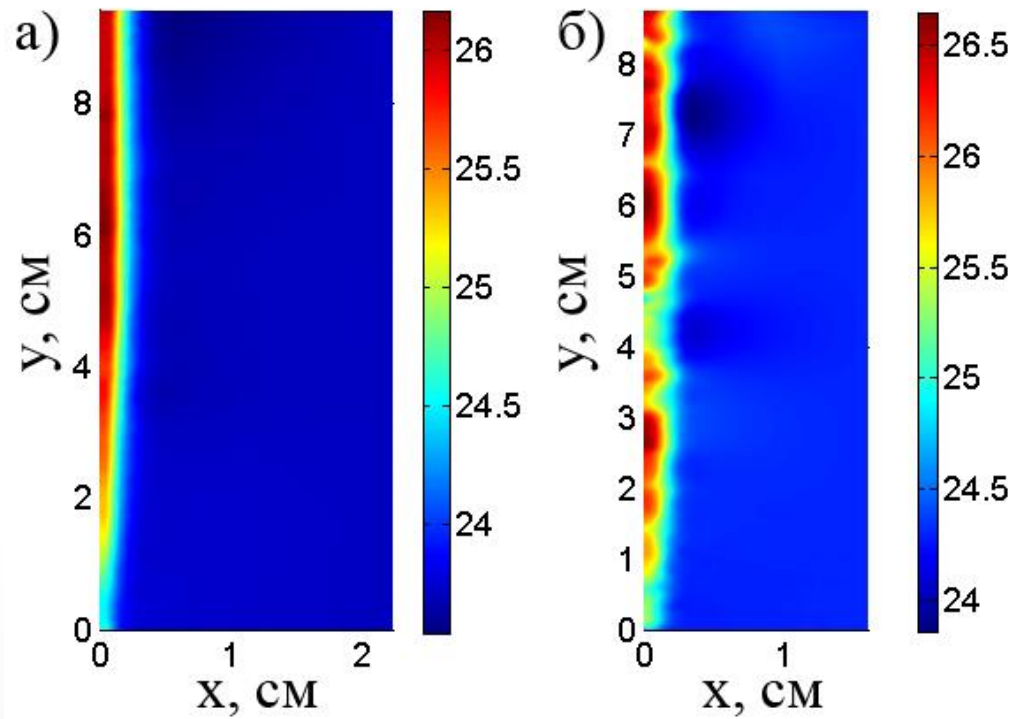
$$\Delta\theta = \int_0^s \frac{1}{n} \frac{\partial n}{\partial y} dz,$$

$$\Delta y' = \int_0^s \left(\int_0^s \frac{1}{n} \frac{\partial n}{\partial y} dz \right) dS,$$

ТФМ в зонах большого градиента смещения

(из дипломной работы Пуштаева А.В.)

Температура, град С



Конвекция в воде у вертикальной нагреваемой пластины

Цели

- Сравнение точности и пространственного разрешения, достижимых с помощью традиционного кросс-корреляционного ТФМ и Фурье метода
- Поиск оптимальных параметров фона, исследование возможных ограничений фонов и Фурье метода для уменьшения погрешности измерений.

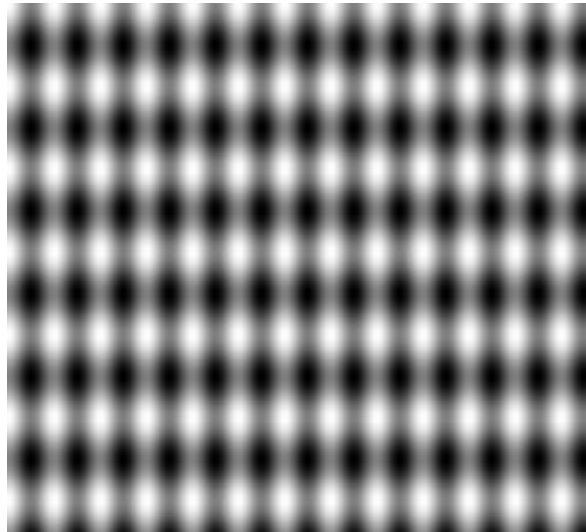
Описание Фурье метода

$$I_1(x, y) = a_0(x, y) + b_0(x, y)(\cos(2\pi f_{0x}x) + \cos(2\pi f_{0y}y))$$

опорный снимок

$$\begin{aligned} I_2(x, y) &= a(x, y) + b(x, y)(\cos(2\pi f_{0x}(x + \xi_x(x, y))) + \cos(2\pi f_{0y}(y + \xi_y(x, y)))) = \\ &= a(x, y) + b(x, y)(\cos(2\pi f_{0x}x + \Delta\varphi_x(x, y)) + \cos(2\pi f_{0y}y + \Delta\varphi_y(x, y))) \end{aligned}$$

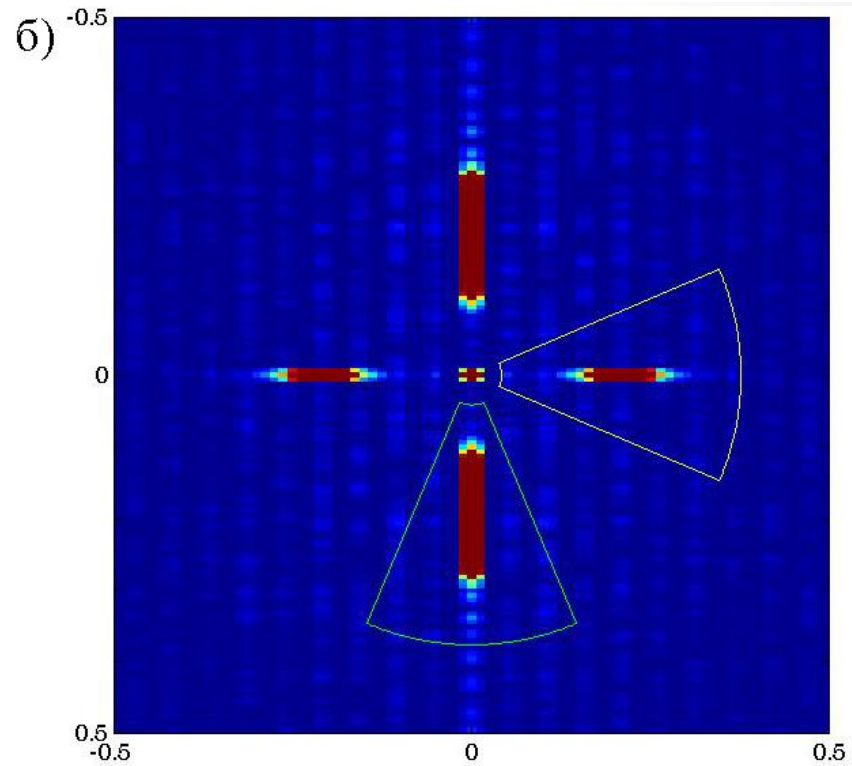
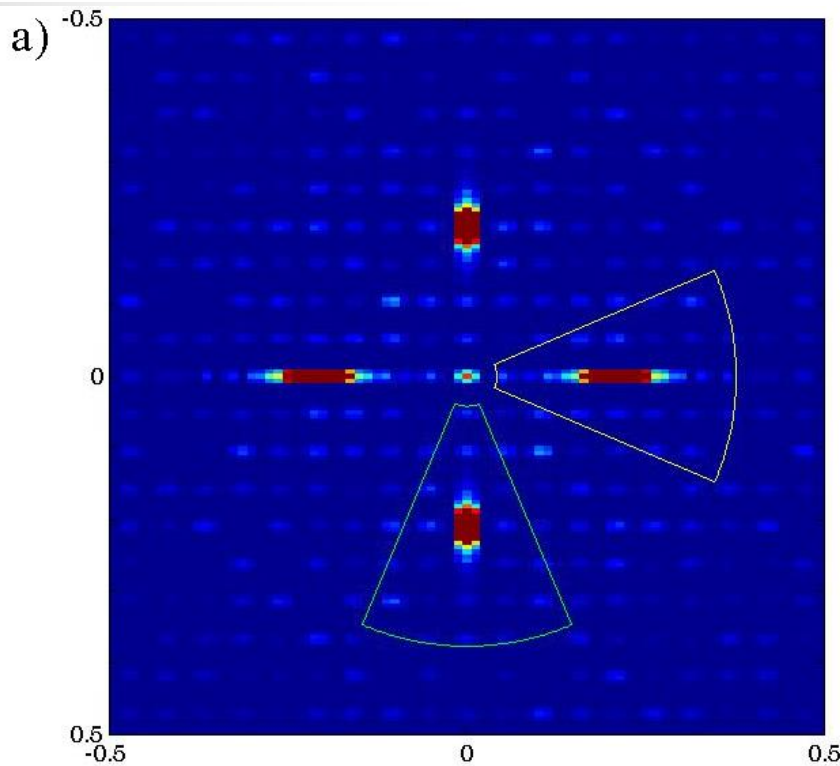
рабочий снимок



Пример фонового изображения

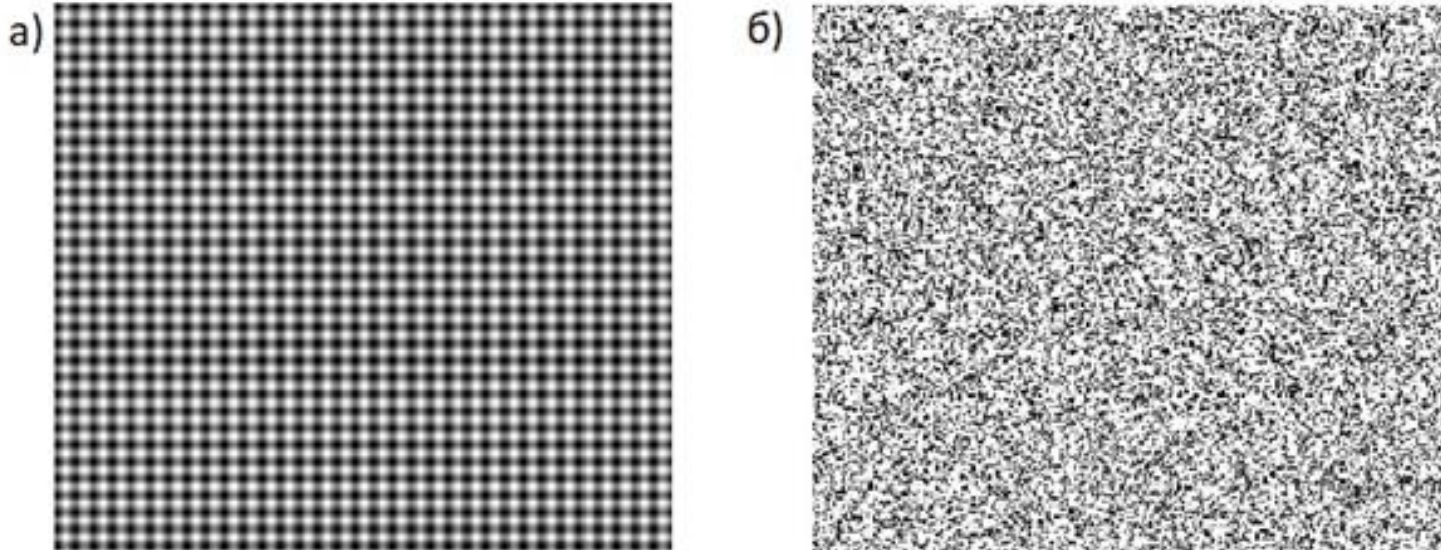
Преобразование Фурье

$$F(I_1) = A_1(f_x, f_y) + B_1(f_x - f_{0x}, f_y) + B_1^*(-f_x - f_{0x}, f_y) + C_1(f_x, f_y - f_{0y}) + C_1^*(f_x, -f_y - f_{0y})$$



Двумерные преобразования Фурье от а) опорного, б) рабочего изображения.

Тесты с помощью синтетических изображений



Синтетическое изображение а) фурье-фона с периодом полос 30пикс. и
б)хаотического фона с размером частиц 3пикс. и плотностью засева $p=0.3$

$$\delta_{\xi} = \sqrt{\langle (\xi_x - u)^2 \rangle}$$

полная погрешность смещений

Постоянные смещения

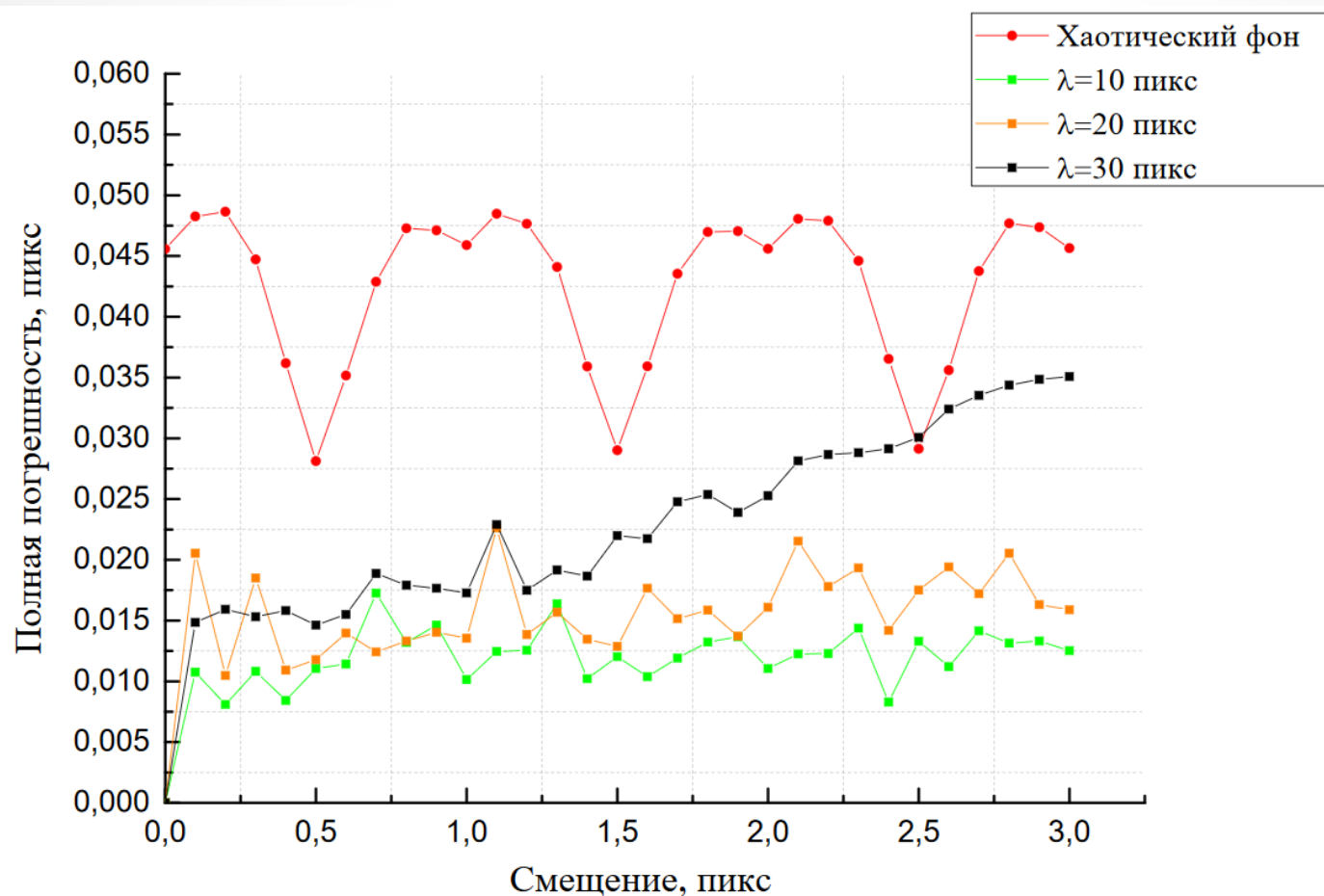
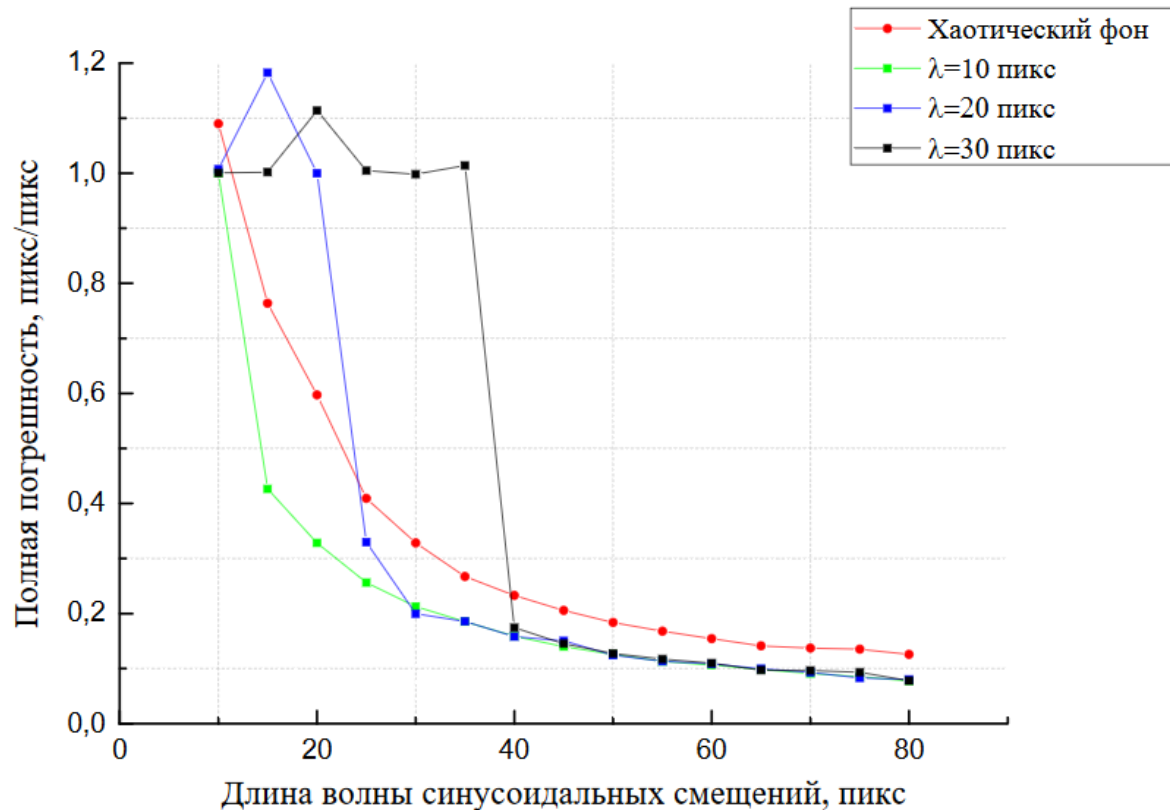


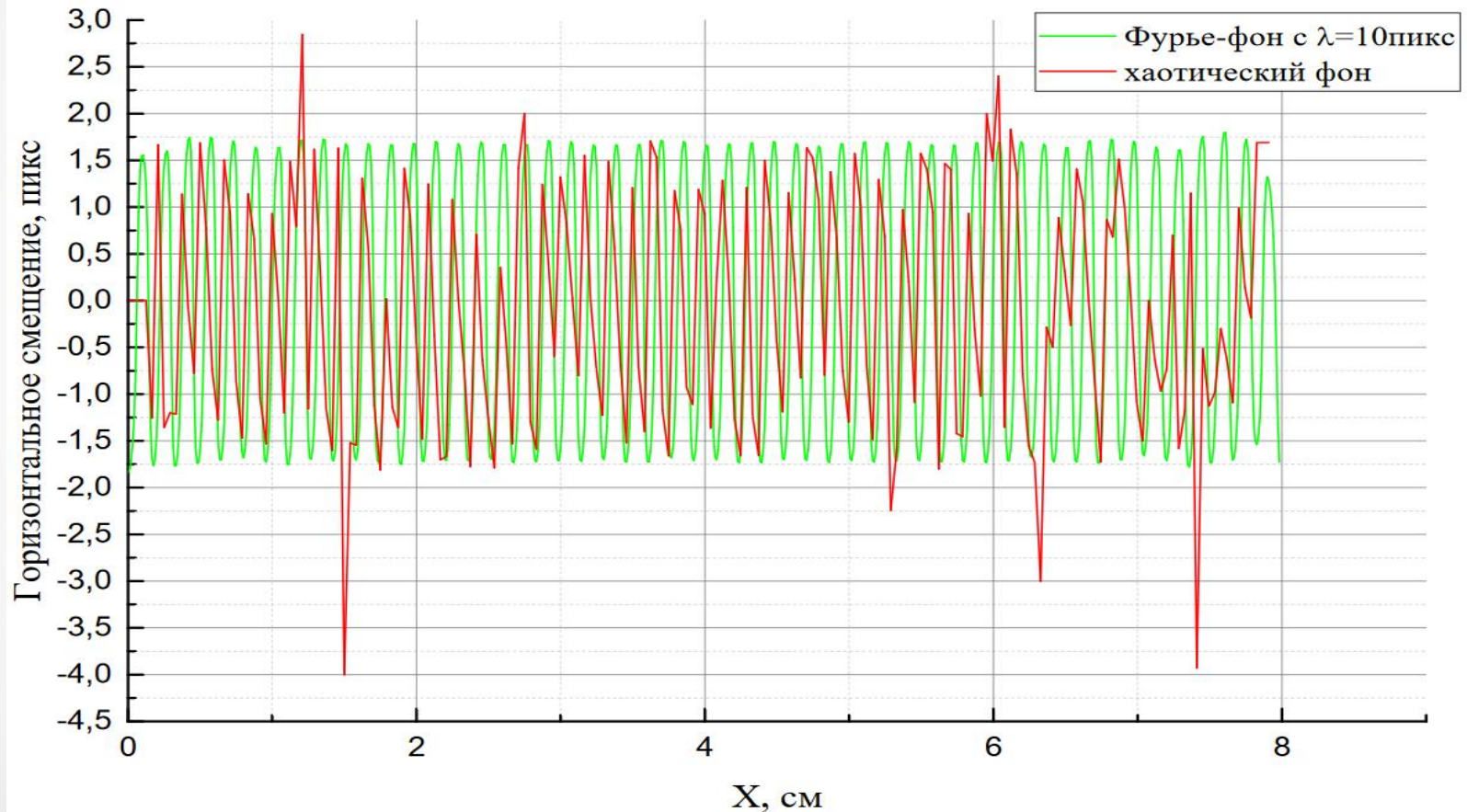
График зависимости полной погрешности от величины постоянного смещения для хаотического и Фурье-фонов с различным периодом полос

Синусоидальные смещения



- График зависимости полной погрешности от длины волны синусоидальных смещений для хаотического и Фурье-фонов с различным периодом полос

Лучшее пространственное разрешение



Обработка синусоидальных смещений амплитуды 2 пикс. и периодом 15 пикс. двумя методами

Основные результаты и выводы

- В работе был реализован и протестирован на синтетических изображениях способ определения смещений в теневом фоновом методе, основанный на использовании фонов, состоящих из периодических полос, и Фурье-обработки, заимствованной из интерферометрии.
- Тесты на изображениях с постоянным смещением показали, что погрешность определения смещения в новом варианте метода составляет от 0.01 до 0.03 пикс, тогда как в многопроходном кросс-корреляционном методе — от 0.03 до 0.05 пикс.
- Главное преимущество нового метода заключается в гораздо лучшем пространственном разрешении.
- Было показано, что для фона с периодом полос 10 пикс возможны достоверные измерения смещений с периодом 13 пикс (для кросс-корреляционной обработки — 22 пикс).
- В дальнейшем новый вариант определения смещения будет протестирован на изображениях, полученных в ходе реальных экспериментов по диффузии в жидкостях.
- Ожидается, что лучшее по сравнению с кросс-корреляционным методом пространственное разрешение позволит измерить профили концентрации при большой начальной разности концентраций, приводящей к образованию тонких слоев с очень большими градиентами рефракционного смещения.