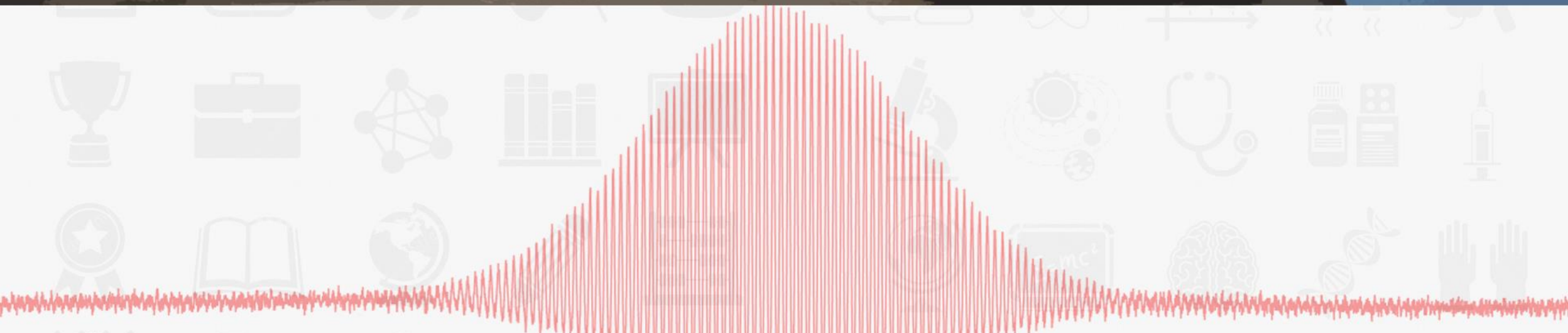


Оценка длительности фемтосекундных лазерных импульсов



Учебные заведения: ННГУ им.Лобачевского, ИПФ РАН
Работу выполняли: Соловьёв И.А., Чернова Н.Е., Курников Г.А.
Научный руководитель: Андрианов Алексей Вячеславович

2019 год, осенний семестр

Автокорреляционные измерения

Автокорреляционная функция

$$G(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} F(t') F^*(t' - t) dt'$$

АКФ для функции $E(t)$

$$C(t) = \int (E(t' - t) + E(t'))^4 dt'$$

$$C(t) = \text{const} + C_1(t) + C_2(t) + 4C_3(t)$$

Слагаемые, определяющие сигнал с детектора

$$C_1(t) = \int A^2(t' - t) A^2(t') dt'$$

$$C'_2(t) = \int A^2(t' - t) A^2(t') \cos 2[\varphi(t' - t) - \varphi(t') + w_0 t] dt'$$

$$C''_2(t) = \int A(t' - t) A(t') (A^2(t' - t) + A^2(t')) \cos[\varphi(t' - t) - \varphi(t') + w_0 t] dt'$$

Вычисление корреляционной функции интенсивности

$$\underline{f(t) = C_1(t) + C_2(t)}$$

$$\underline{C_2(t) = X(t)\cos(wt)}$$

$$\underline{I_2 = \int_{T-\frac{\Delta t}{2}}^{T+\frac{\Delta t}{2}} C_2(t) dt \approx 0}$$

$$\underline{I_1 = \int_{T-\frac{\Delta t}{2}}^{T+\frac{\Delta t}{2}} C_1(t) dt \approx C_1(T)\Delta t}$$

$$\underline{C_1(T) \approx \int_{T-\frac{\Delta t}{2}}^{T+\frac{\Delta t}{2}} f(t) dt \frac{1}{\Delta t}}$$

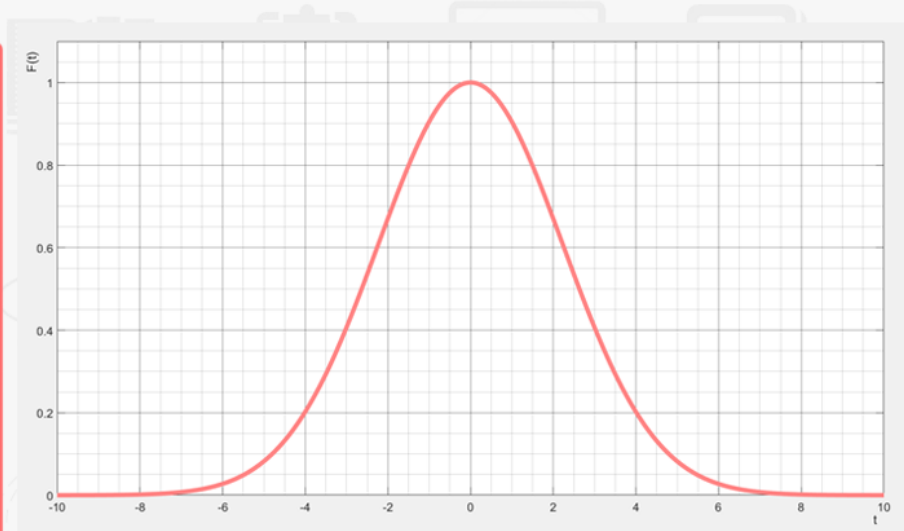
Гауссов импульс

$$E(t) = A \exp\left(-\frac{t^2}{\tau^2}\right) \cos(\omega t)$$

$$I(t) \approx E^2(t) \approx A^2 \exp\left(-\frac{2t^2}{\tau^2}\right)$$

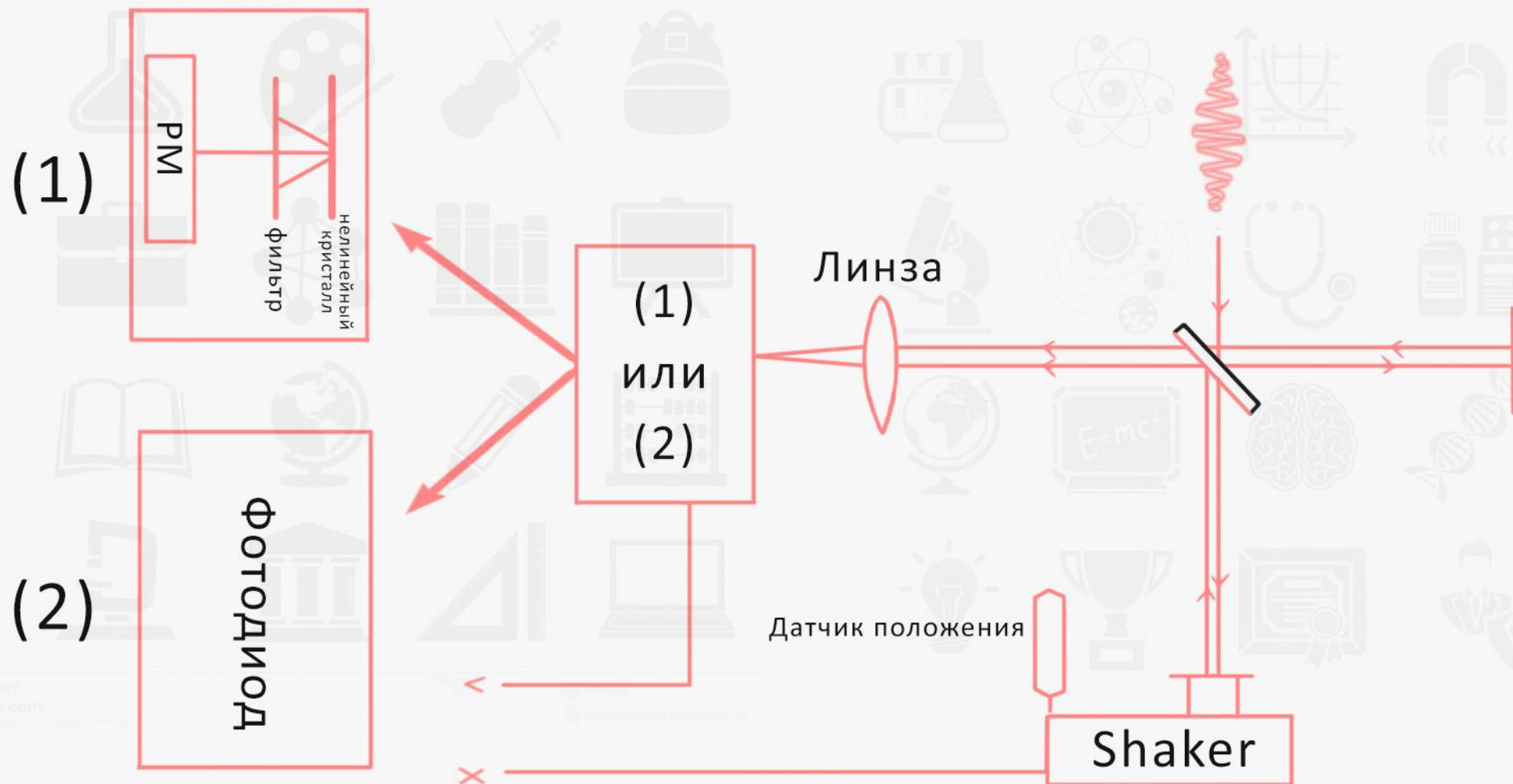
$$G(T) = \int_{-\infty}^{+\infty} I(t) \cdot I(t+T) dt = \frac{A^4 \tau \sqrt{\pi}}{2} \cdot \exp\left(-\frac{T^2}{\tau^2}\right)$$

$$t_{\text{имп}} = \tau \sqrt{2 \ln 2} \quad T_{AKF} = 2\tau \sqrt{\ln 2}$$

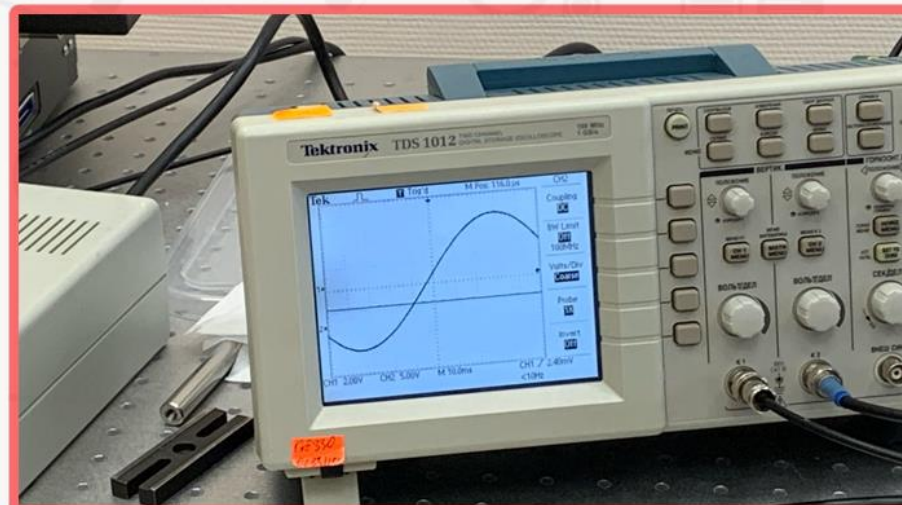
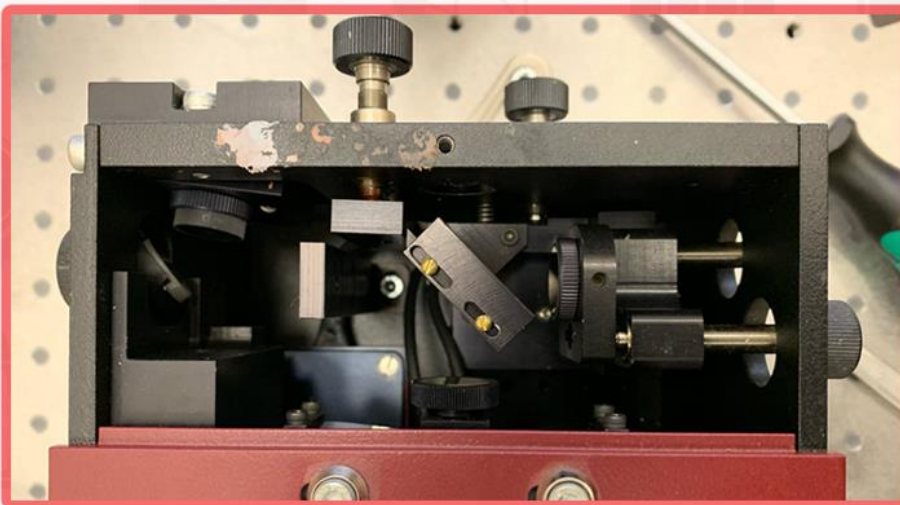
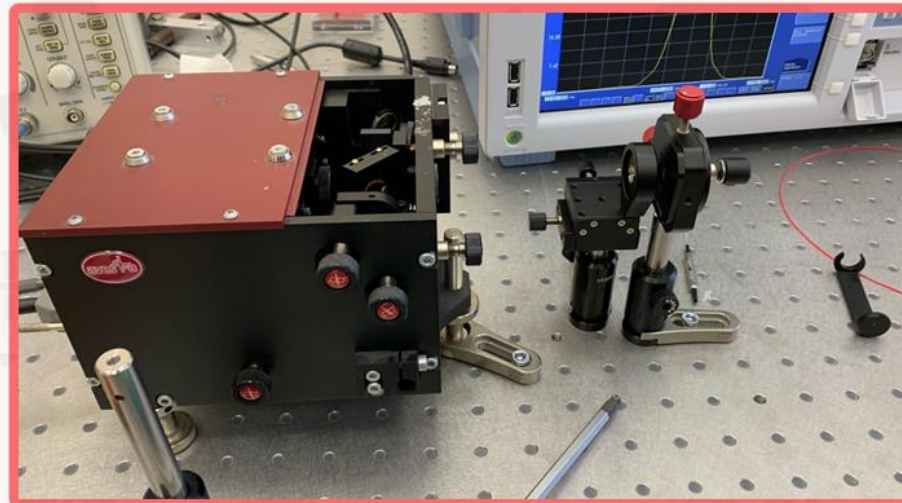
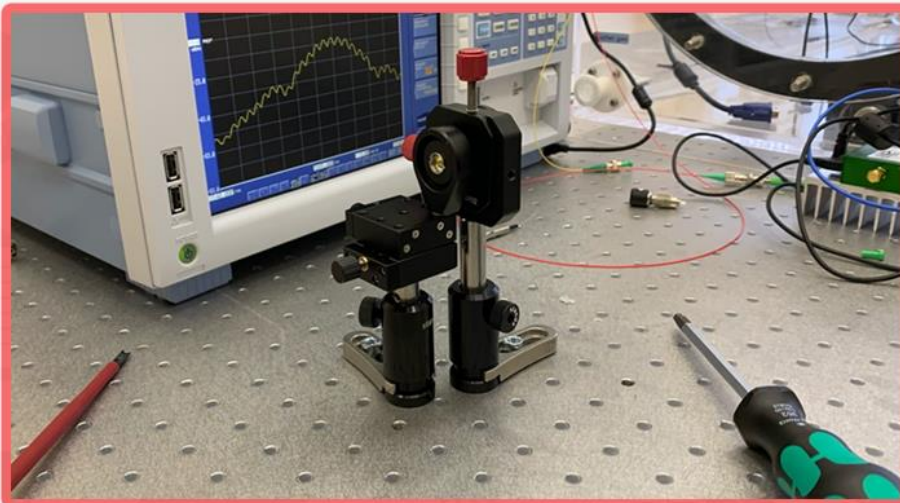


$$\frac{T_{AKF}}{t_{\text{имп}}} = \sqrt{2}$$

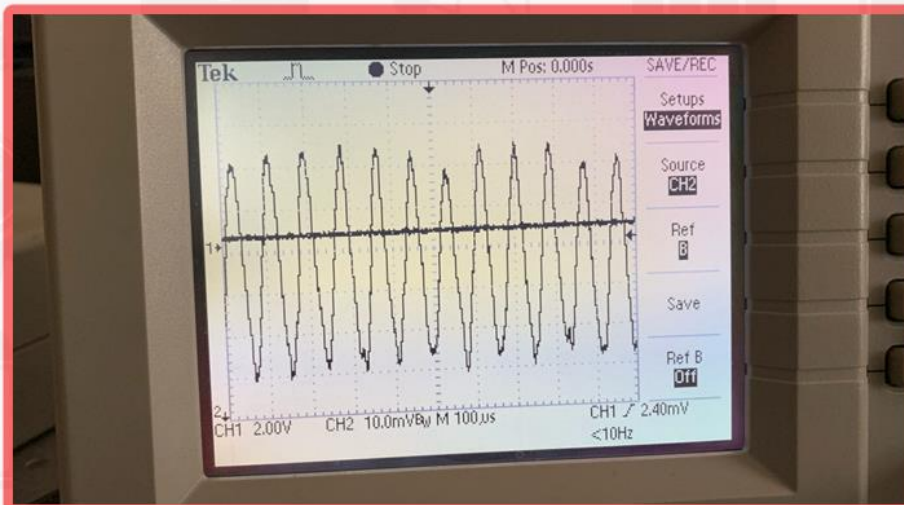
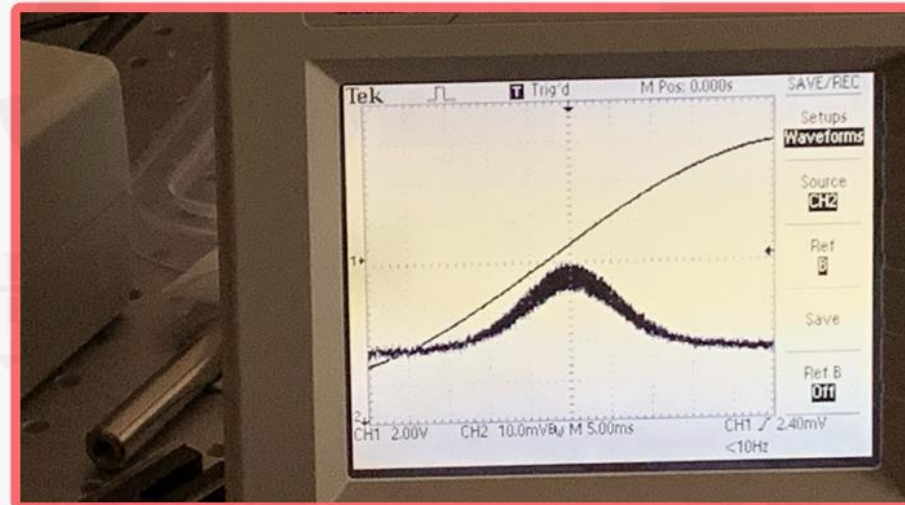
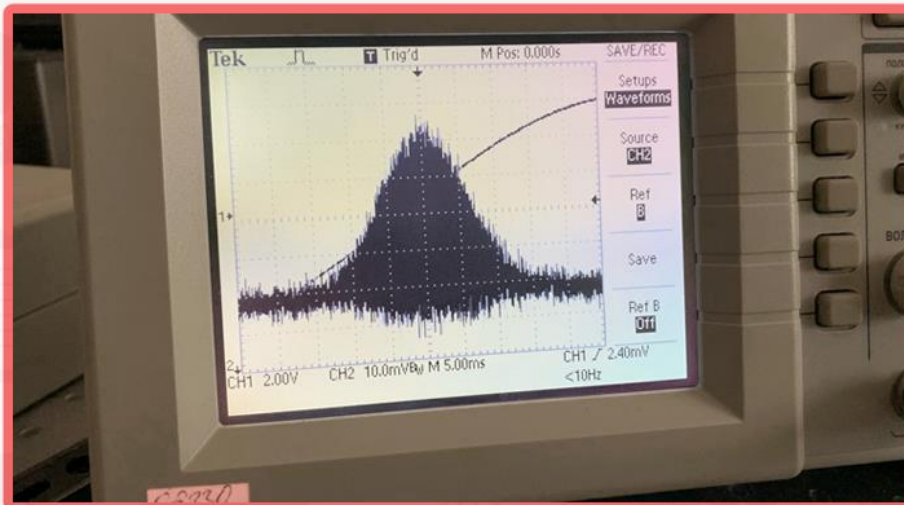
СХЕМА УСТАНОВКИ



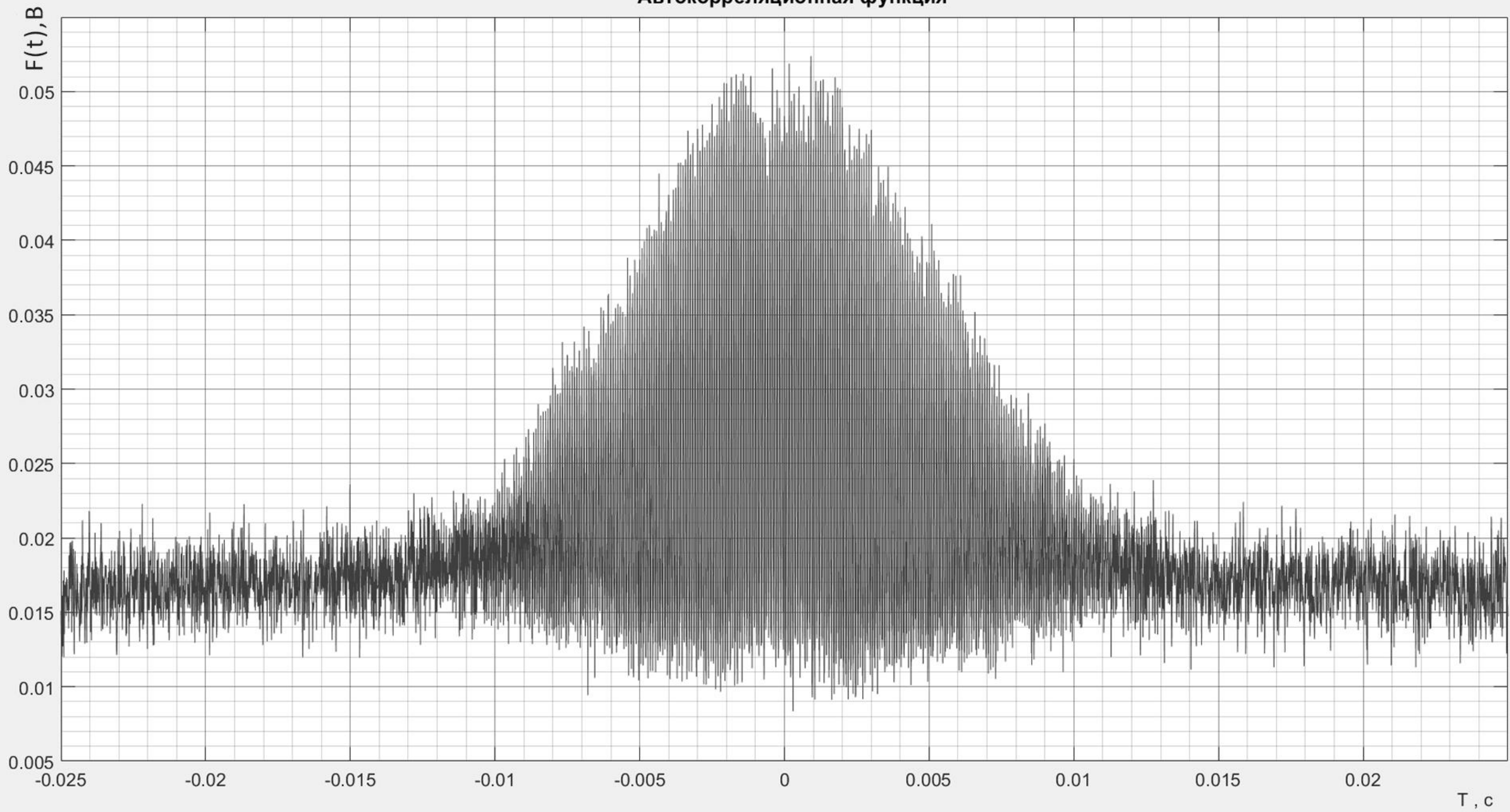
Эксперимент



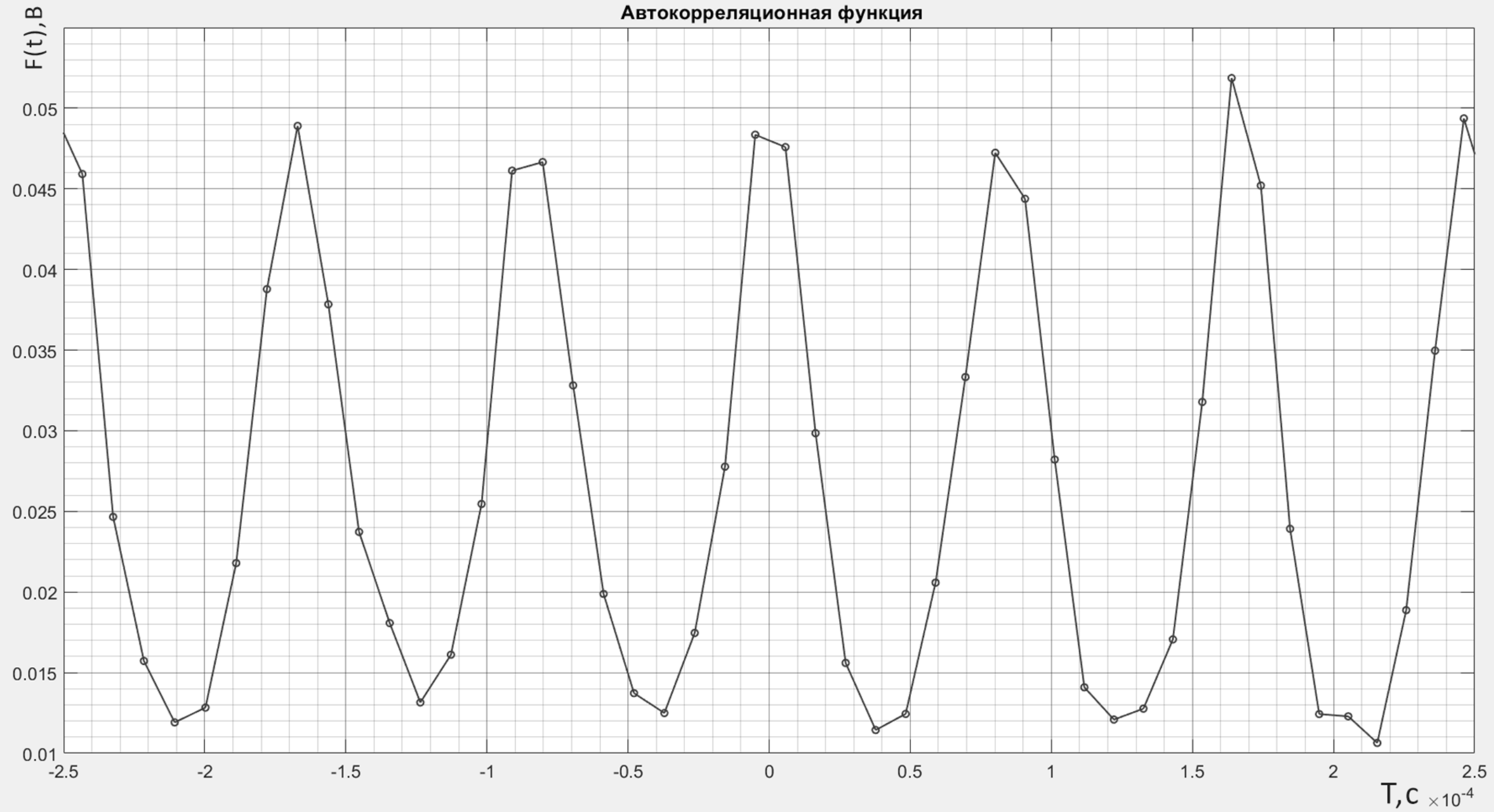
Эксперимент



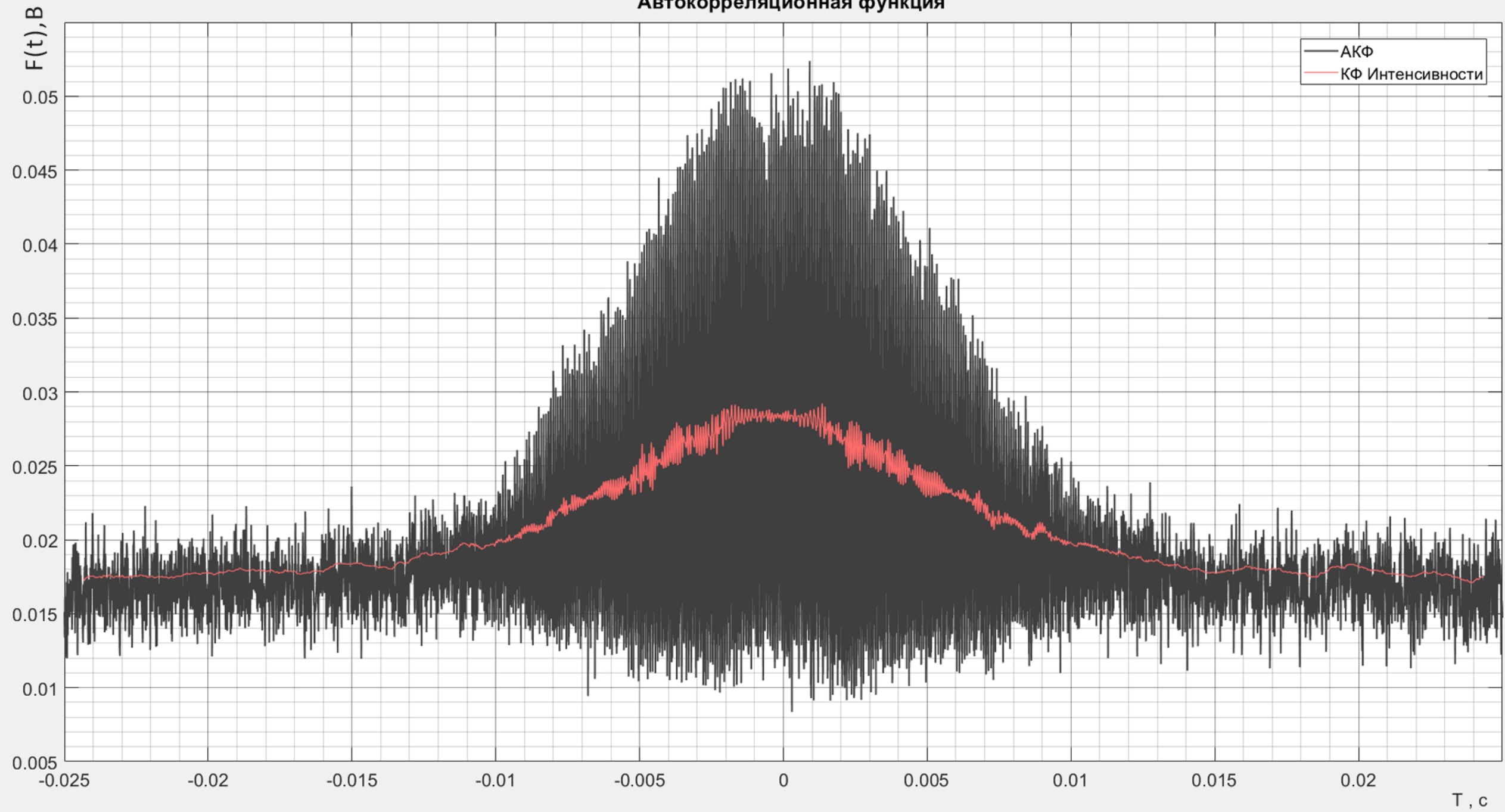
Автокорреляционная функция



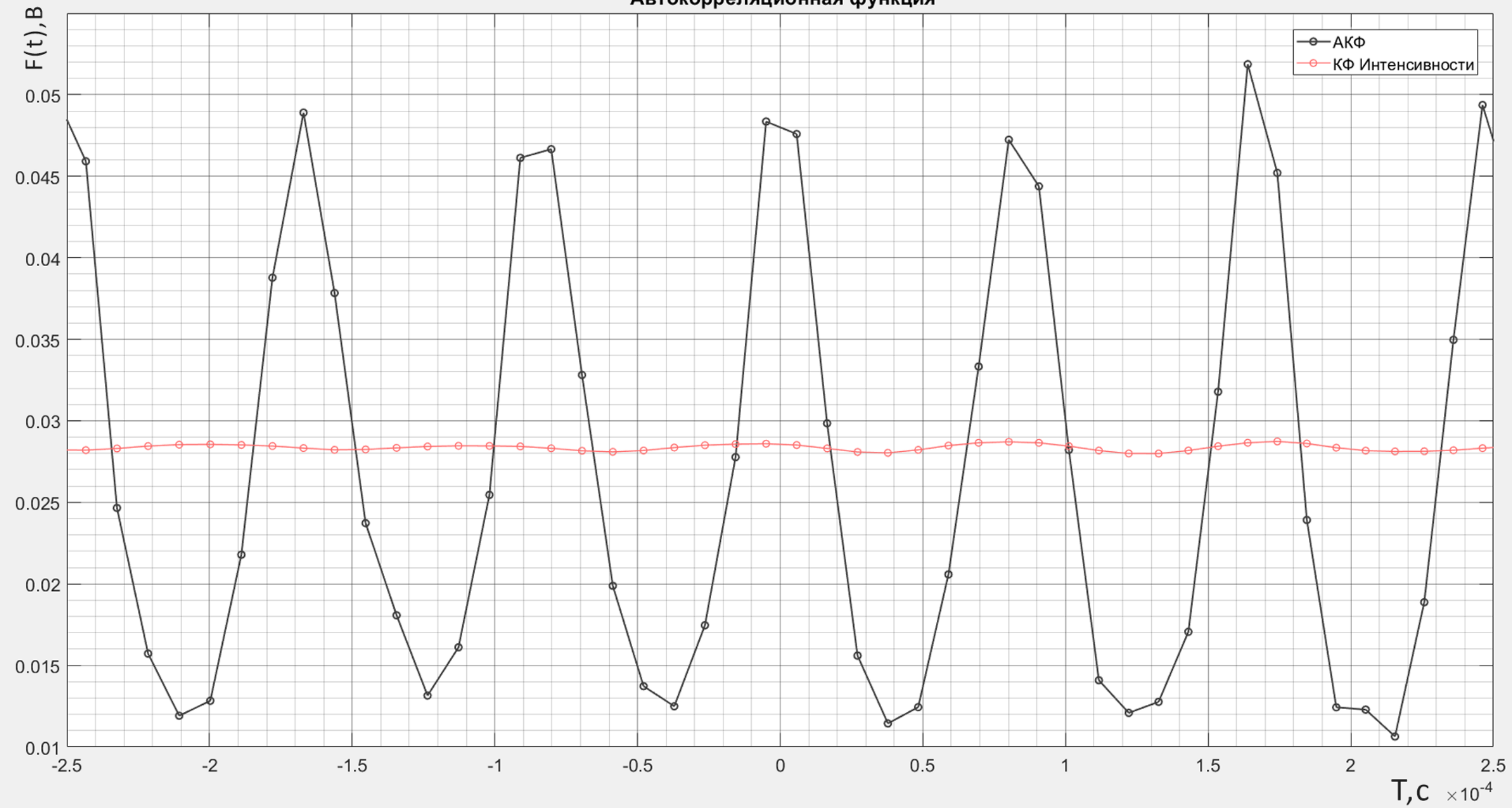
Автокорреляционная функция



Автокорреляционная функция



Автокорреляционная функция



Результаты опыта

$$\lambda = 1550 \text{ нм}$$

Длина волны
лазера

$$T_{\text{л}} = \frac{\lambda}{c} \approx 5,17 \text{ фс}$$

Период
колебаний
лазера

$$T_{\text{осц}} \approx 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

Период,
снимаемый
с осциллографа

$$\alpha = \frac{T_{\text{л}}}{T_{\text{осц}}} \approx 2,5 \cdot 10^{10}$$

Коэффициент
связи

$$T_{\text{акф осци}} \approx 0.001 \text{ с}$$

Ширина импульса

$$T_{\text{л}}^{\text{акф}} \approx 400 \text{ фс}$$

$$t_{\text{л}}^{\text{имп}} \approx 282 \text{ фс}$$

Выводы

Ознакомились с фемтосекундными лазерами

Проведён эксперимент

Оценена ширина импульса

$$t_{\text{л}}^{\text{имп}} \approx 282 \text{ фс}$$

Программа для вычисления АКФ

```
function res=integ(T,V)
res = [];
F = 0;
dt = 12.8*1e-04;
k = -64;
for i=65:9935
    for j =1:127
        f = ((V(i+k)+V(i+k+1))/2)*1.061562007200270e-05; % Формула трапеции
        F = F+f; % Суммирование интеграла
        k = k+1;
    end
    res = [res, F]; % Значение АКФ в рассматриваемой точке
    k = -64;
    F = 0;
end
res = res/dt;
plot(T(65:9935),res) % Построение графика АКФ
end
```