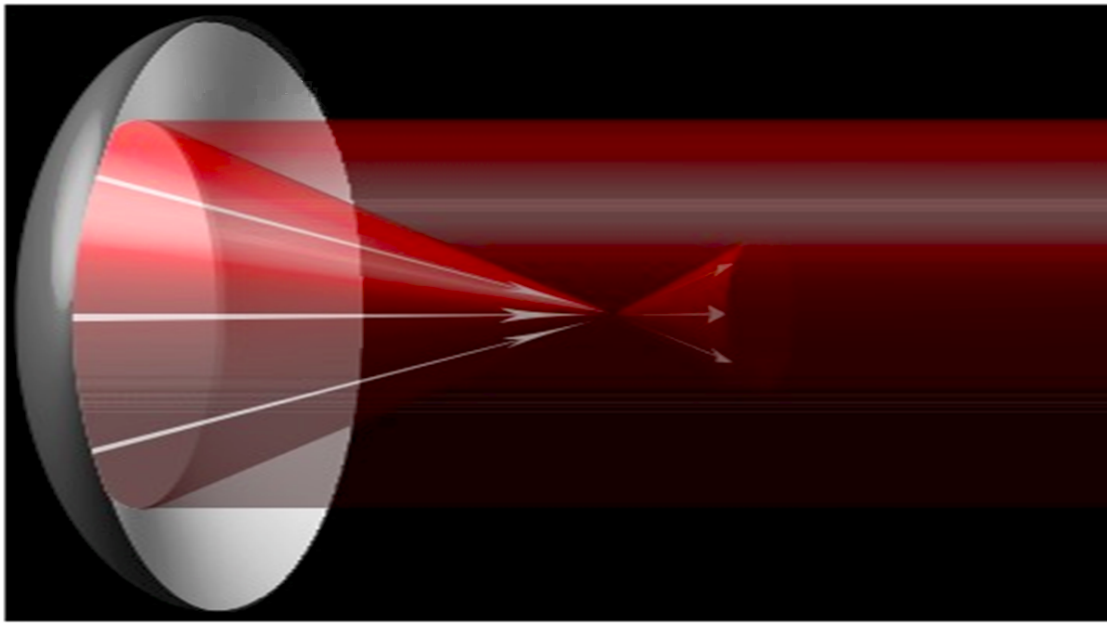
Оптимизация расчетных сеток для векторных дифракционных интегралов в задачах жесткой фокусировки лазерного излучения

Выполнил студент
2 курса 210 группы
Долгих Константин Александрович
Научный руководитель: проф. Косарева О.Г.
Преподаватели:
к.ф.-м.н.Буткарёв И.А.,
к.ф.-м.н.Милицин В.О., с.н.с. Янышев Д.Н.

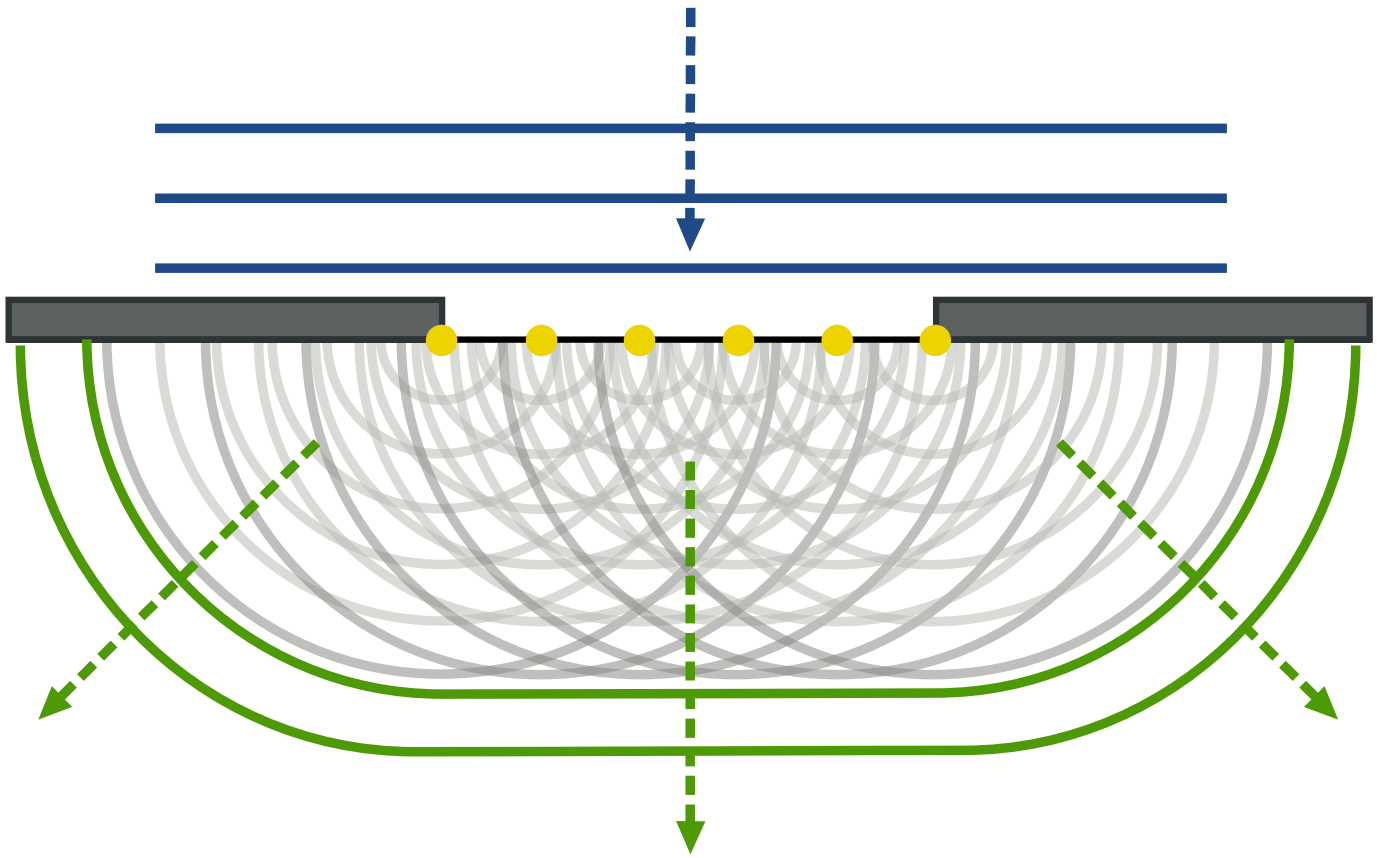
Актуальность



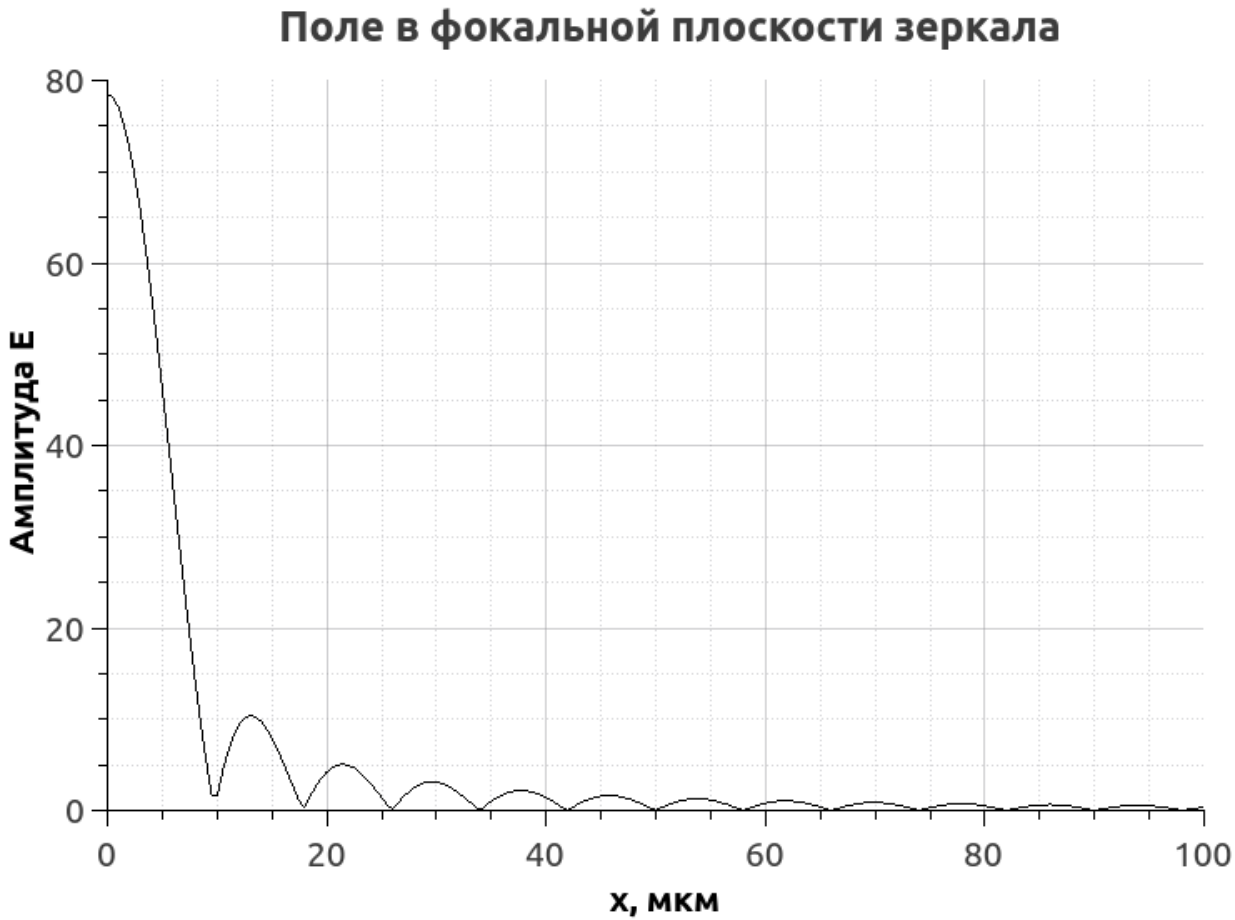
$$NA = \sin(\theta) \approx \frac{r}{f}$$

$$f - number = \frac{1}{2NA} \approx \frac{f}{d}$$

Принцип Гюйгенса-Френеля



Параболическое зеркало



$$\vec{E}(P) = -\vec{e}_x \frac{k}{4\pi} \exp(ikf) \iint d\,x_s\, d\,y_s \frac{\exp ik(u-\rho_s)}{u} E_i(x_s, y_s)$$

Вычисление интеграла

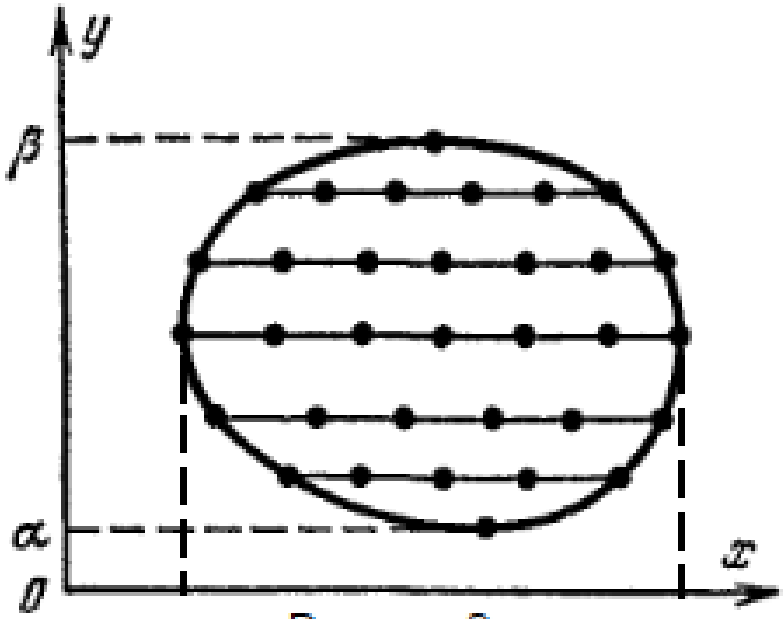
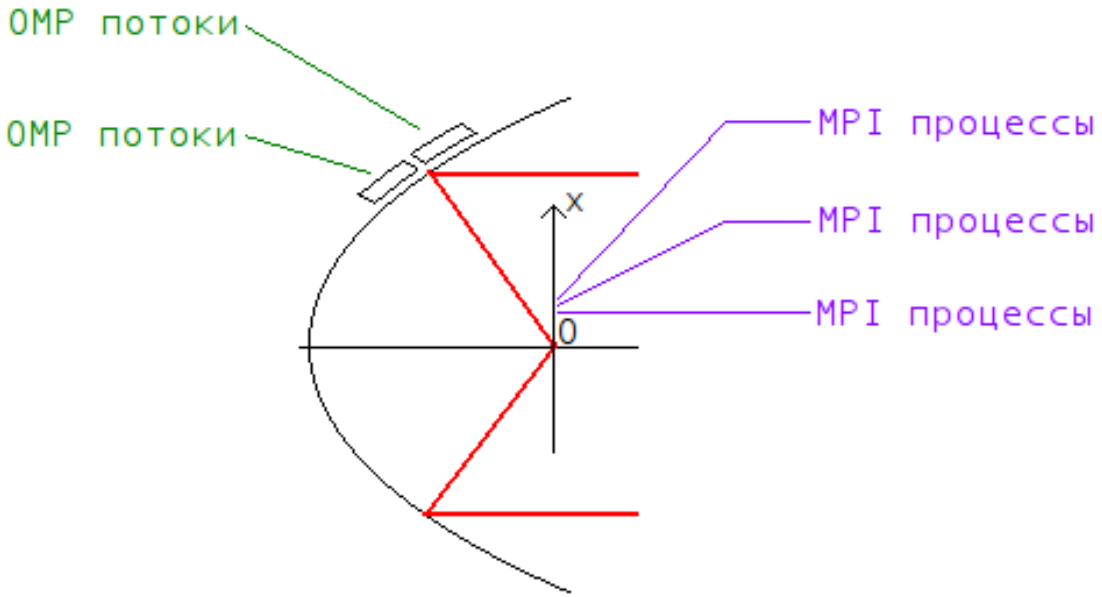


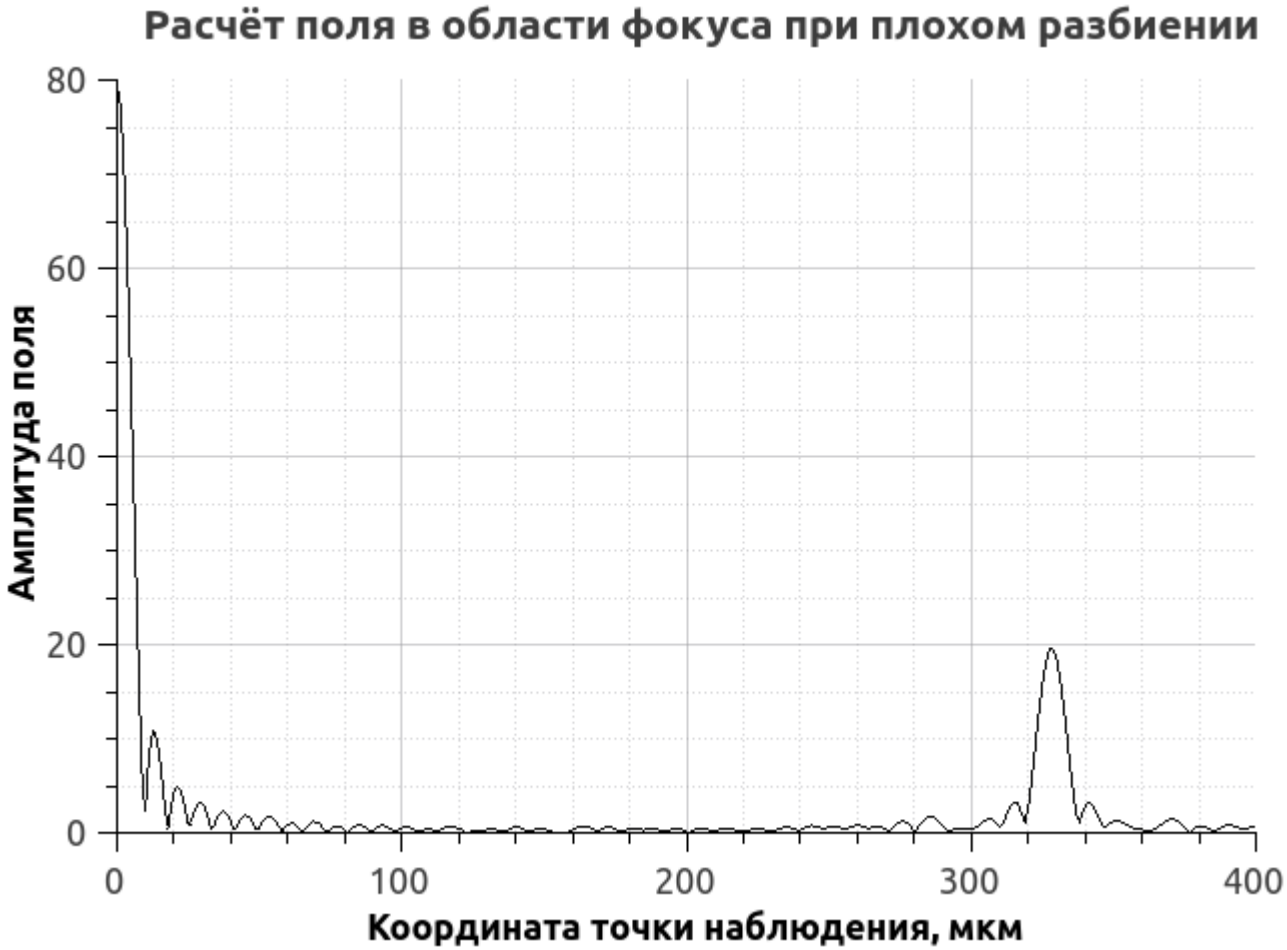
Рис. 3

$$\int_a^b dx \int_\alpha^\beta dy f(x,y) \approx \sum_i \Delta x_i \Delta y_I f(x_i, y_i)$$

Распараллеливание

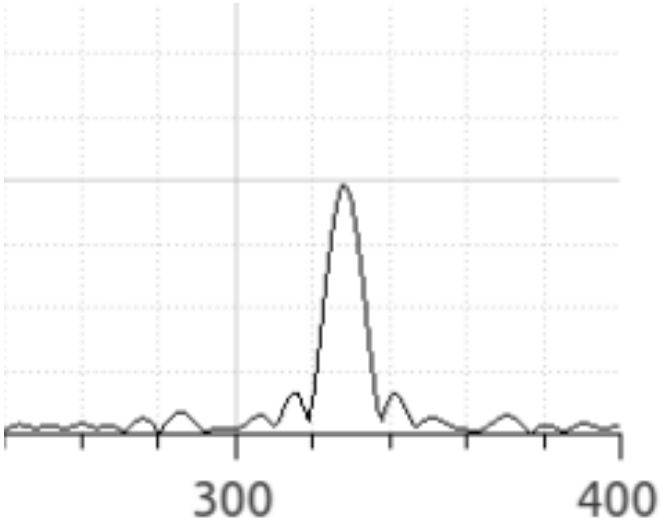


Особенности интегрирования осциллирующей функции



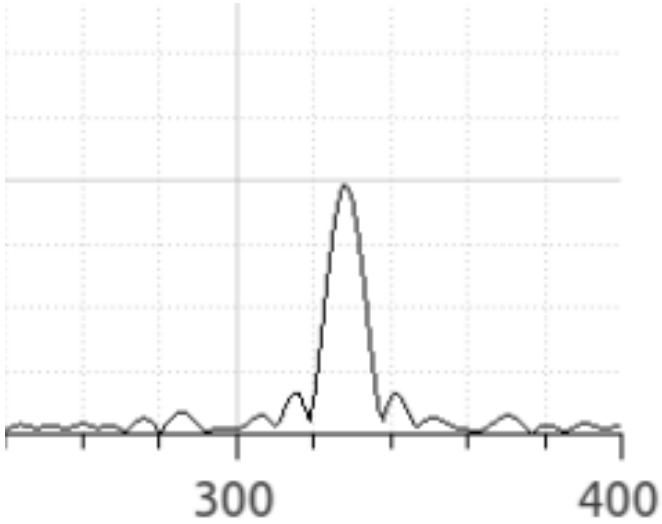
$$\vec{E}(P) = -\vec{e}_x \frac{k}{4\pi} \exp(ikf) \iint d\,x_s\, d\,y_s \frac{\exp ik(u-\rho_s)}{u} E_i(x_s, y_s)$$

Особенности интегрирования осциллирующей функции



$$\exp ik\left(u-\rho_s\right)$$

Особенности интегрирования осциллирующей функции

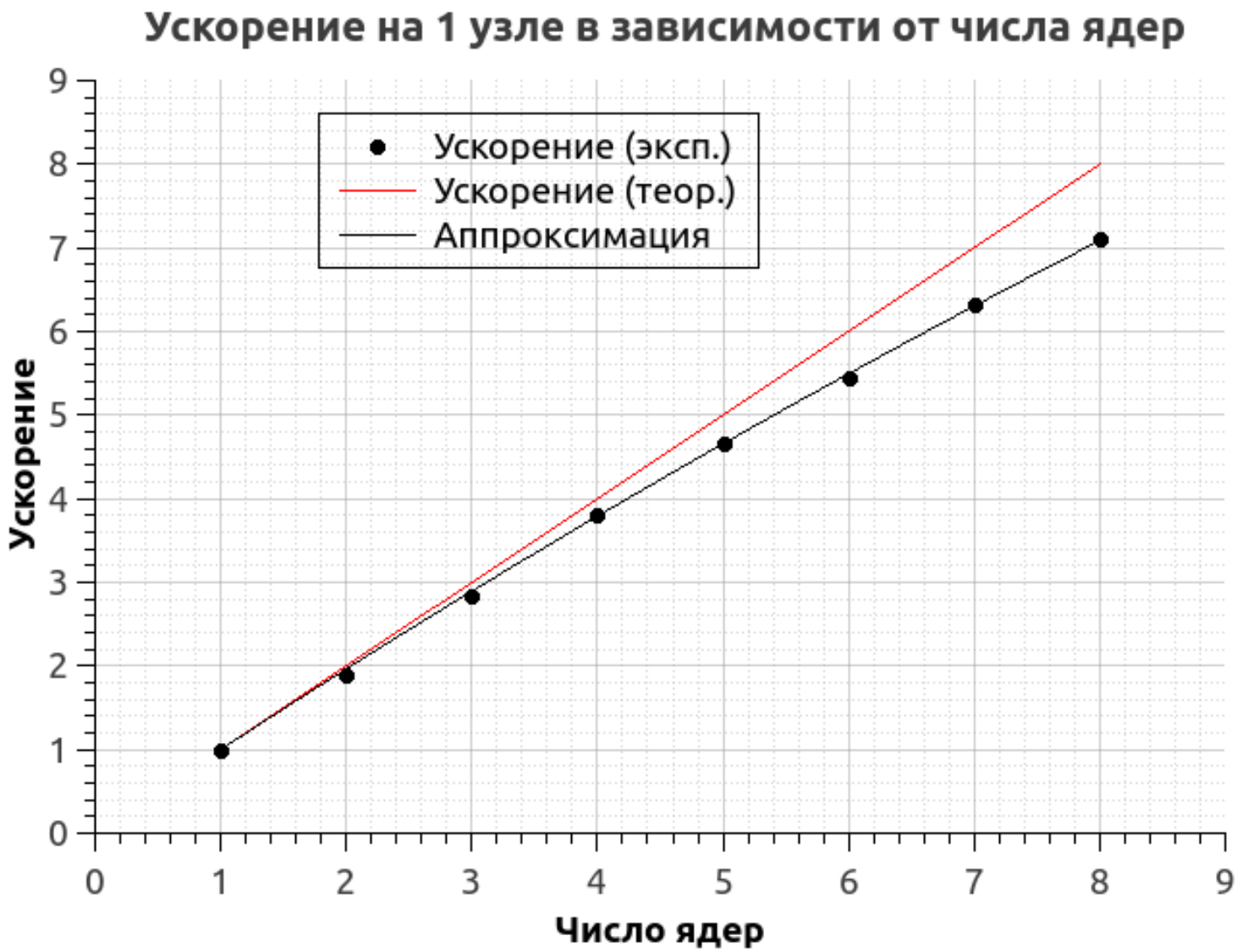


$$\exp ik\left(u-\rho_s\right)$$

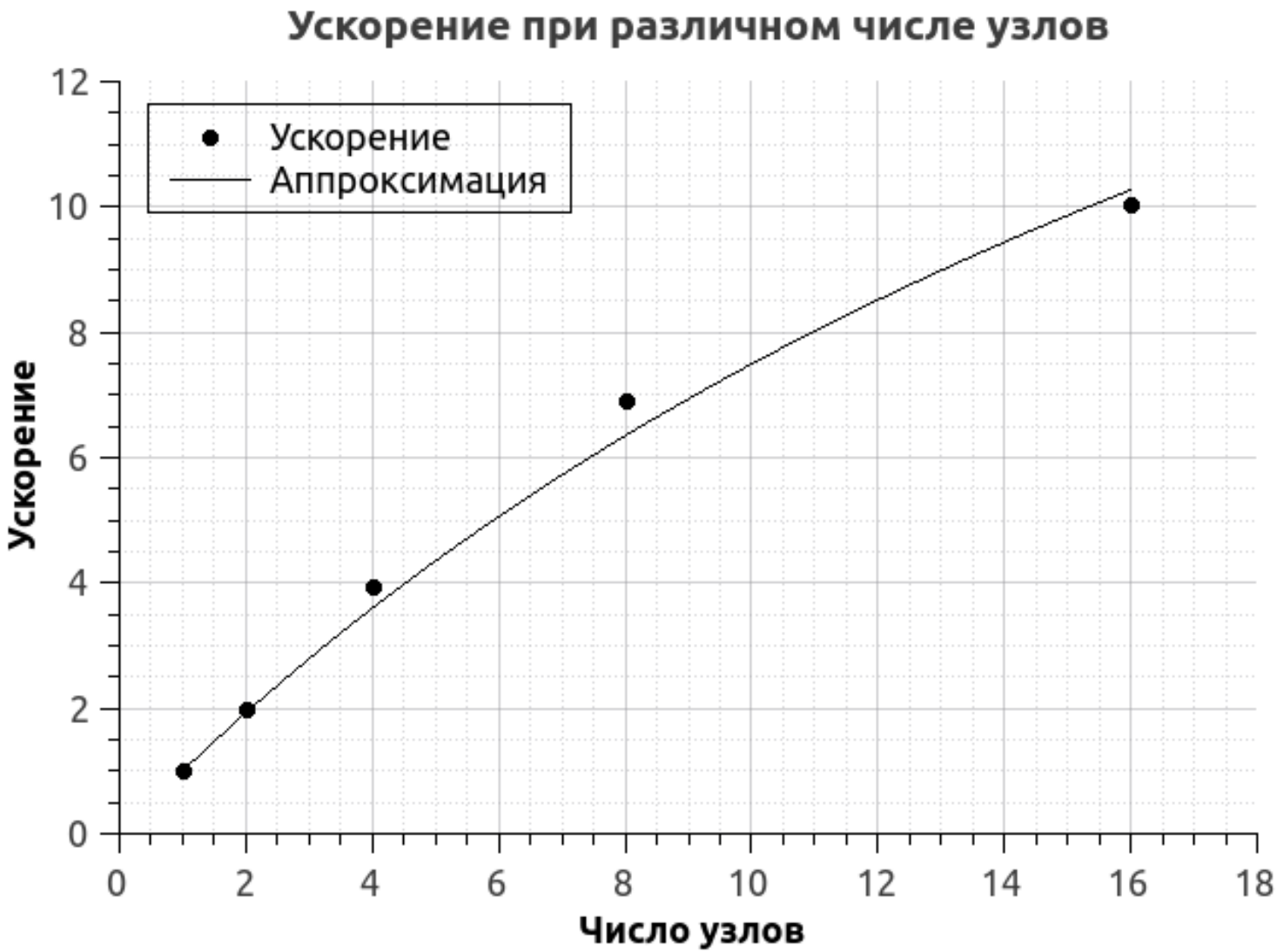
$$X_p \sim \frac{1}{dx}$$

$$X_p \sim f$$

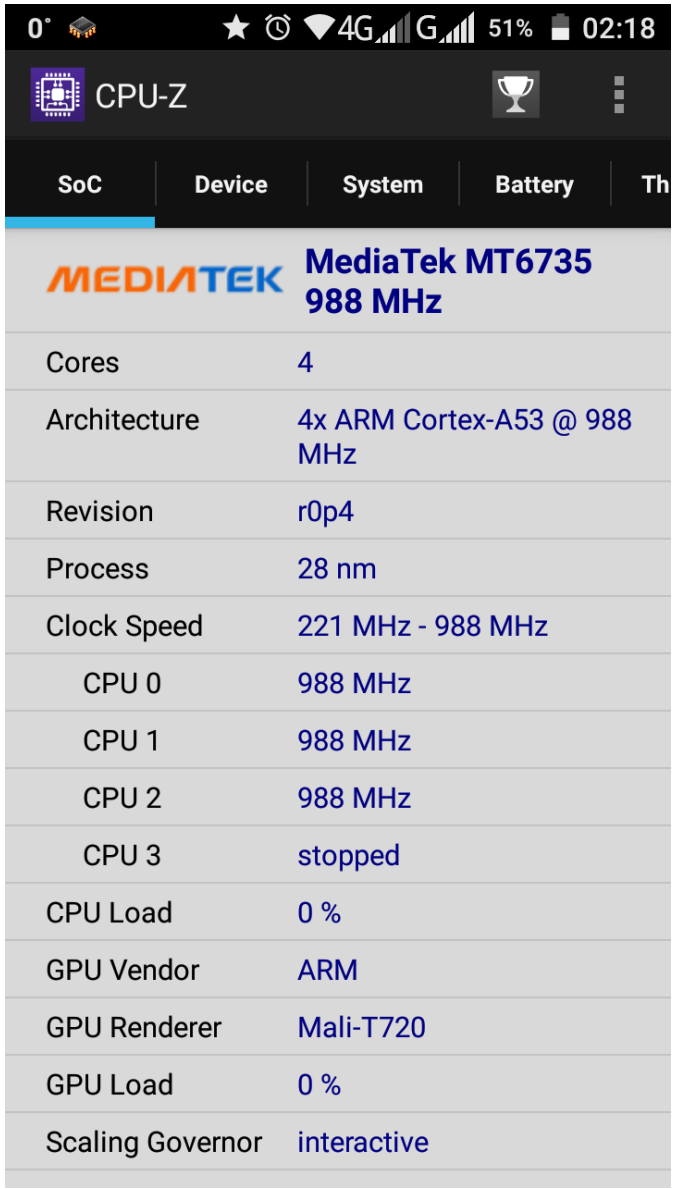
Результаты

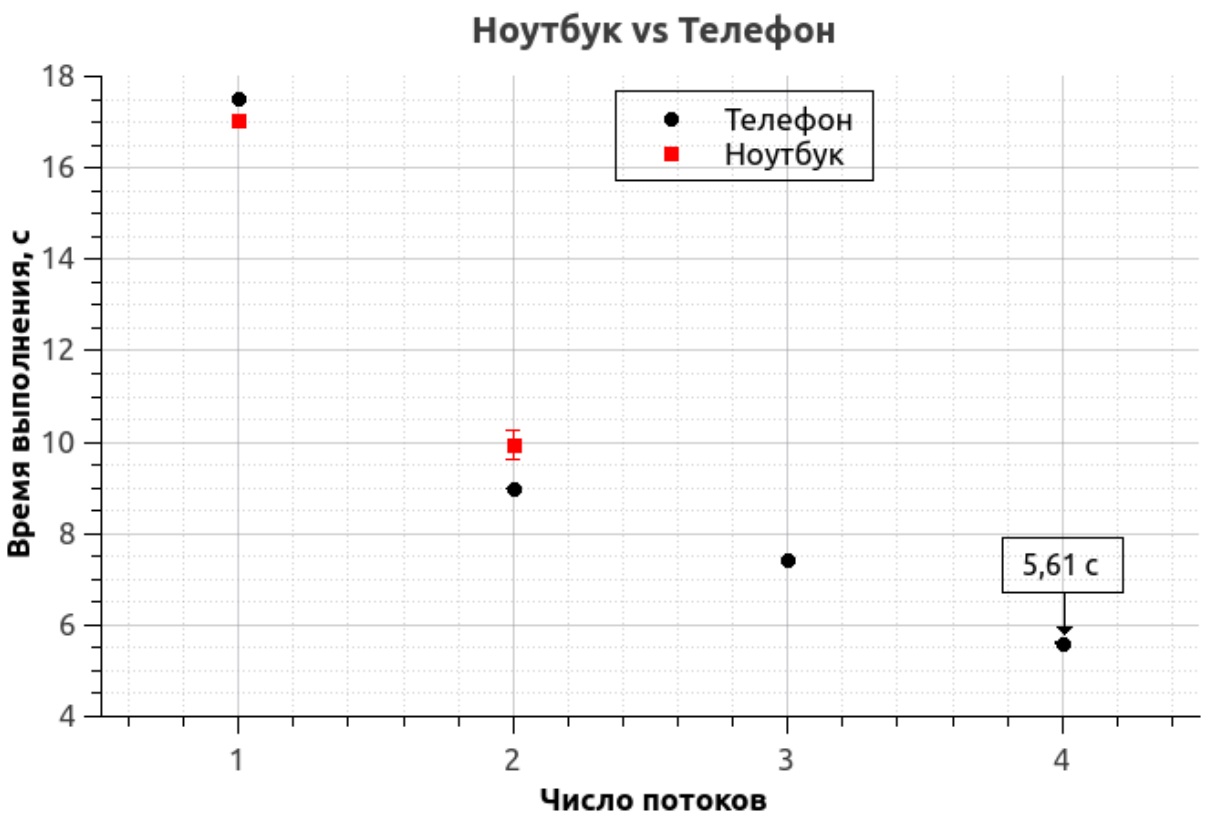

Ускорение на 1 узле в зависимости от числа ядер
Ускорение (эксп.)
Ускорение (теор.)
Аппроксимация
Ускорение
Число ядер
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Результаты

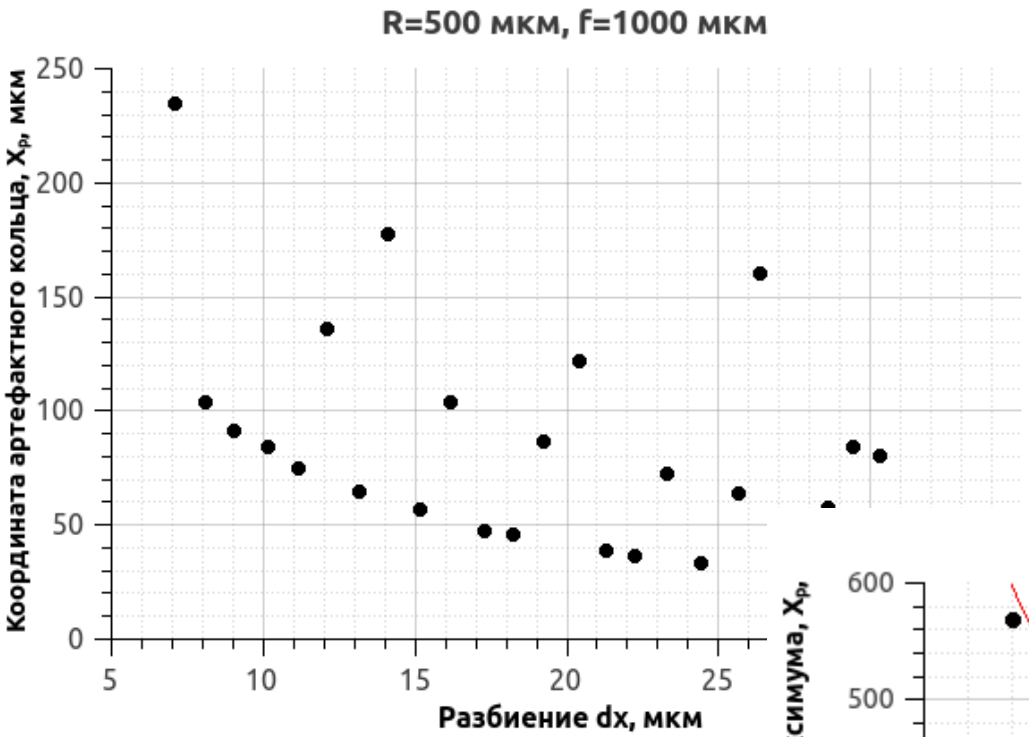

Ускорение при различном числе узлов
Ускорение
Аппроксимация
Ускорение
Число узлов
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

Результаты

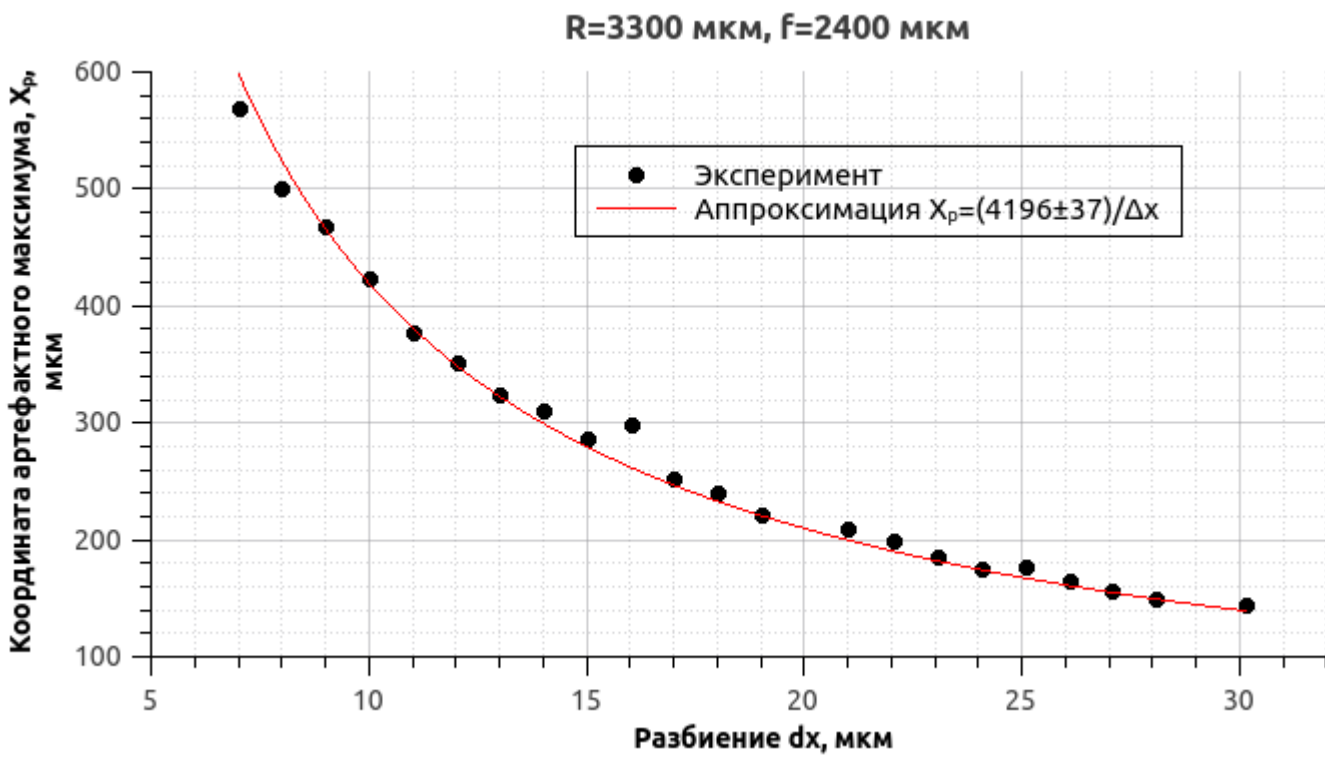

0°
4G G 51% 02:18
CPU-Z
SoC
Device
System
Battery
Th
MEDIATEK
MediaTek MT6735
988 MHz
Cores 4
Architecture 4x ARM Cortex-A53 @ 988 MHz
Revision r0p4
Process 28 nm
Clock Speed 221 MHz - 988 MHz
CPU 0 988 MHz
CPU 1 988 MHz
CPU 2 988 MHz
CPU 3 stopped
CPU Load 0 %
GPU Vendor ARM
GPU Renderer Mali-T720
GPU Load 0 %
Scaling Governor interactive


Ноутбук vs Телефон
Телефон
Ноутбук
5,61 с
Время выполнения, с
Число потоков
18
16
14
12
10
8
6
4
1
2
3
4

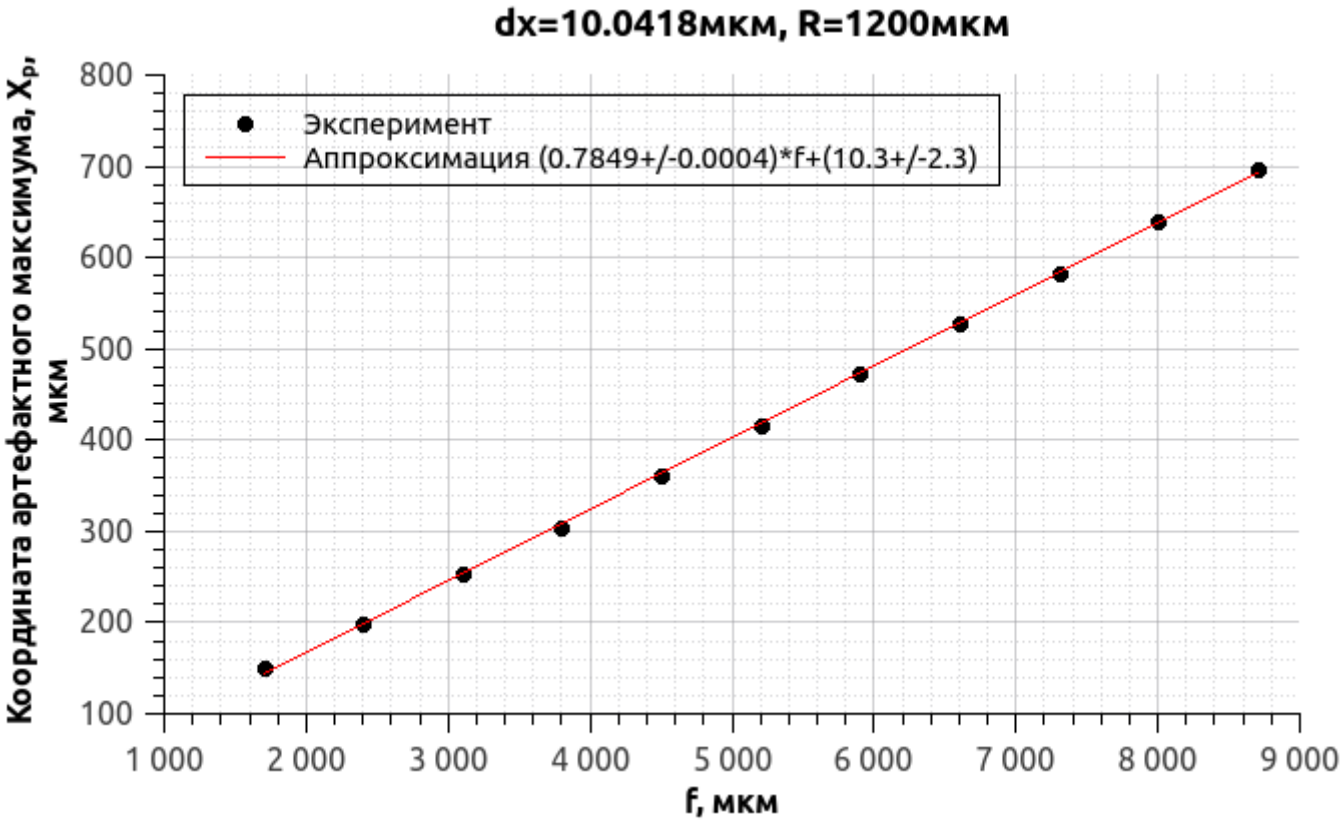
Особенности интегрирования осциллирующей функции



$$X_p \sim \frac{1}{dx}$$



Особенности интегрирования осциллирующей функции



$$X_p \sim f$$

Выводы

- Написана параллельная программа, вычисляющая поле в области фокуса параболического зеркала
- Замерены время работы и ускорение на нескольких ядрах и узлах
- Изучены особенности вычисления интеграла от осциллирующей функции
- Аналитически получена и экспериментально подтверждена связь координаты артефактного максимума с фокусным расстоянием, волновым числом и шагом разбиения: $X \sim f/(k\,dx)$