



ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Принципы построения изображений в оптике

Выполнили студенты РФ гр. 420:

Ю. Белозеров,

Г. Бутаков,

Н. Лобанов,

А. Тюрин

Научный руководитель:

н.с. ИПФ РАН

А.А. Мурзанев

2022

План:

1. Цель работы
2. Теория построения оптической системы, приближение геометрической оптики. Качество оптического изображения. Метод анализа (USAF-1951).
3. Экспериментальная установка.
4. Эксперимент
5. Результаты и выводы

Цель работы

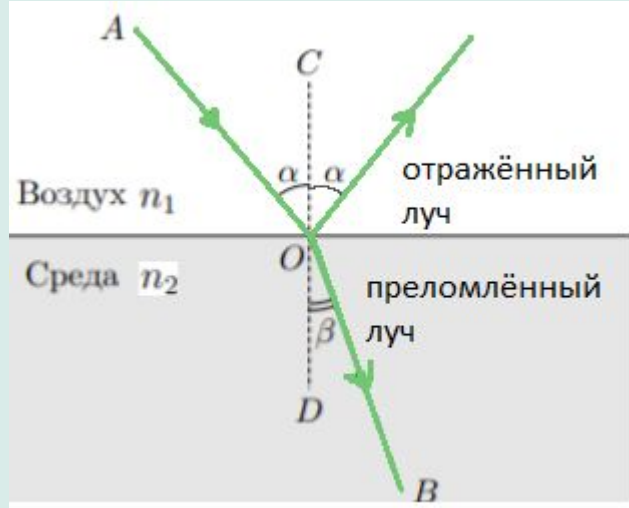
Цель работы: обеспечить наибольший угол приёма лучей оптической системы для того, чтобы получить высокое пространственное разрешение изображения.

Характеристики оптической системы:

- Угол сбора излучения оптической системой
- Пространственное разрешение
- Глубина резкости изображающей плоскости
- Размер матрицы

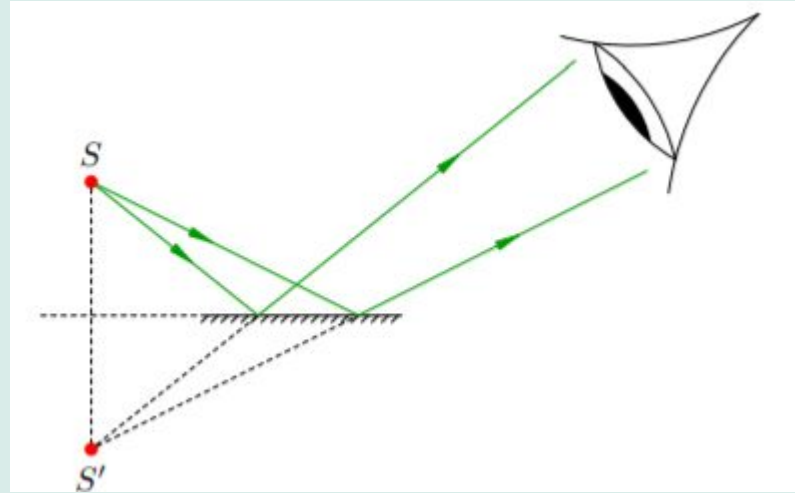
Теория

Законы преломления и плоское зеркало



И.В. Яковлев "Геометрическая оптика" стр.10

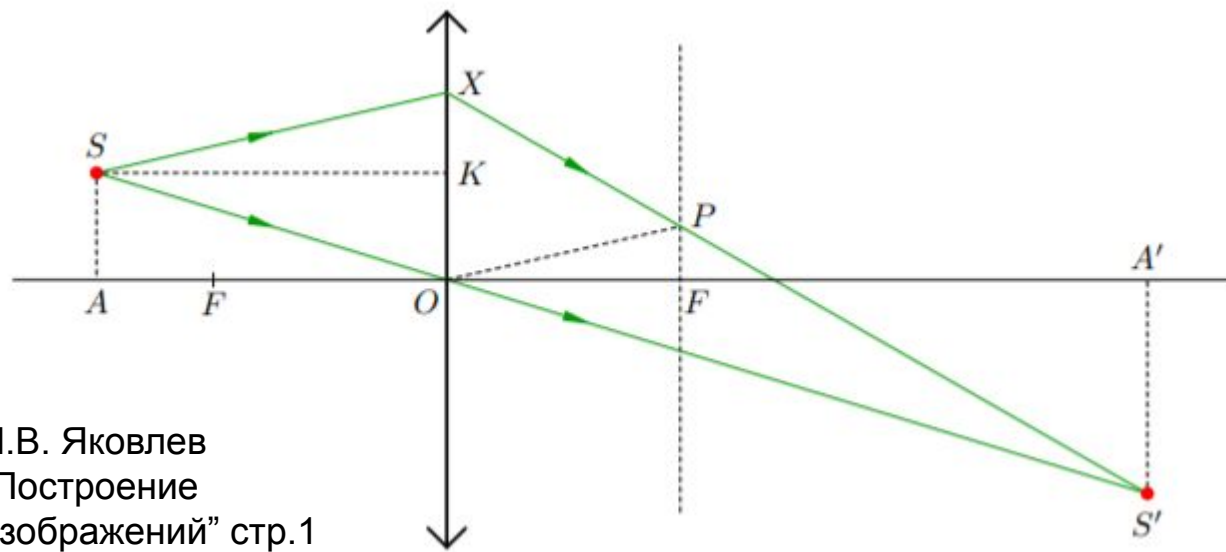
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{-Закон Снеллиуса}$$



И.В. Яковлев "Геометрическая оптика" стр.8

Теория

Собирающая линза: действительное изображение точки



И.В. Яковлев
“Построение
изображений” стр.1

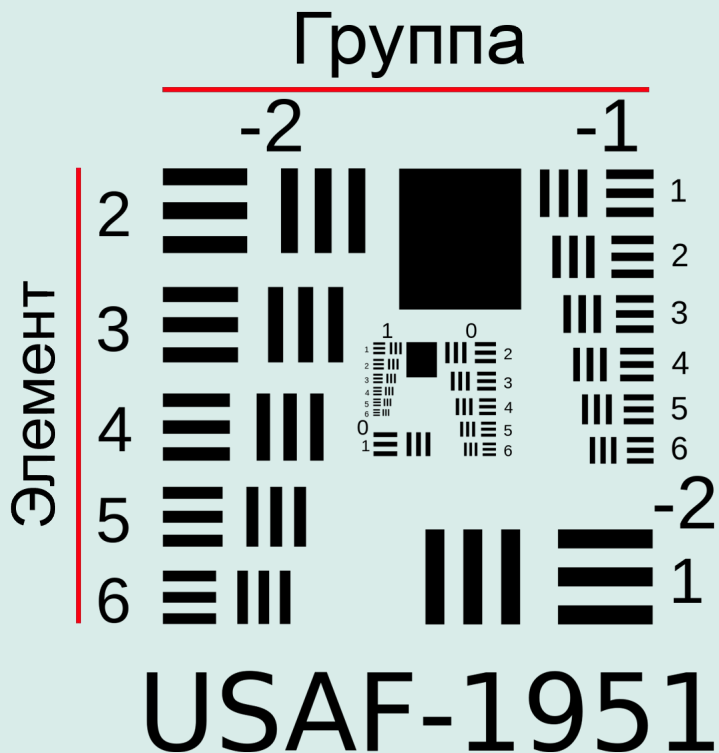
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

формула тонкой линзы

$$b = \frac{af}{a - f}$$

расстояние от точки S' до линзы

Метод оценки разрешения с помощью миры USAF-1951



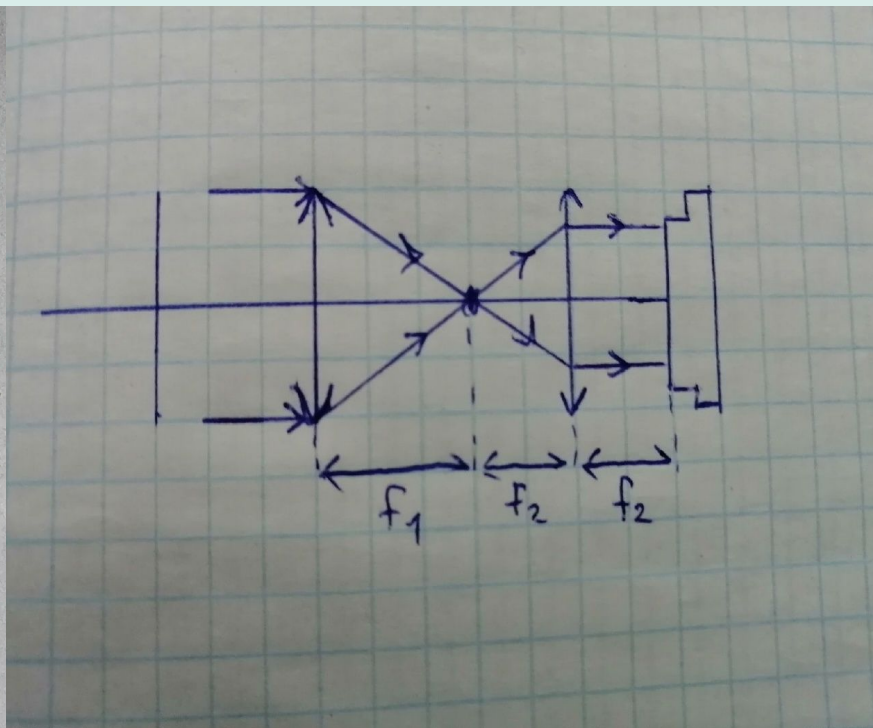
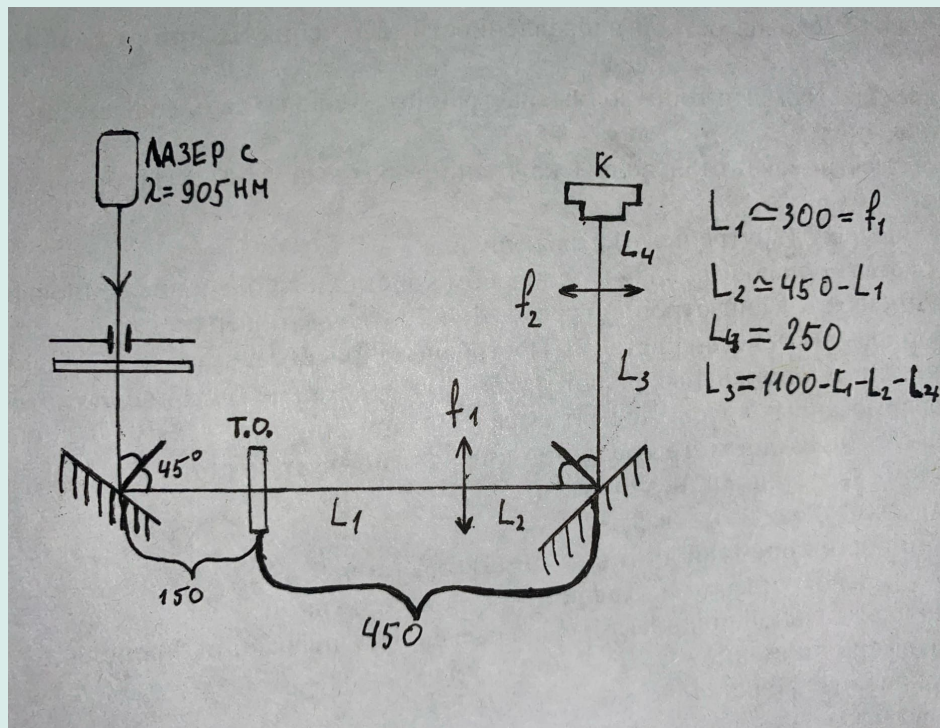
$$r = 2^{k + \frac{n-1}{6}}$$

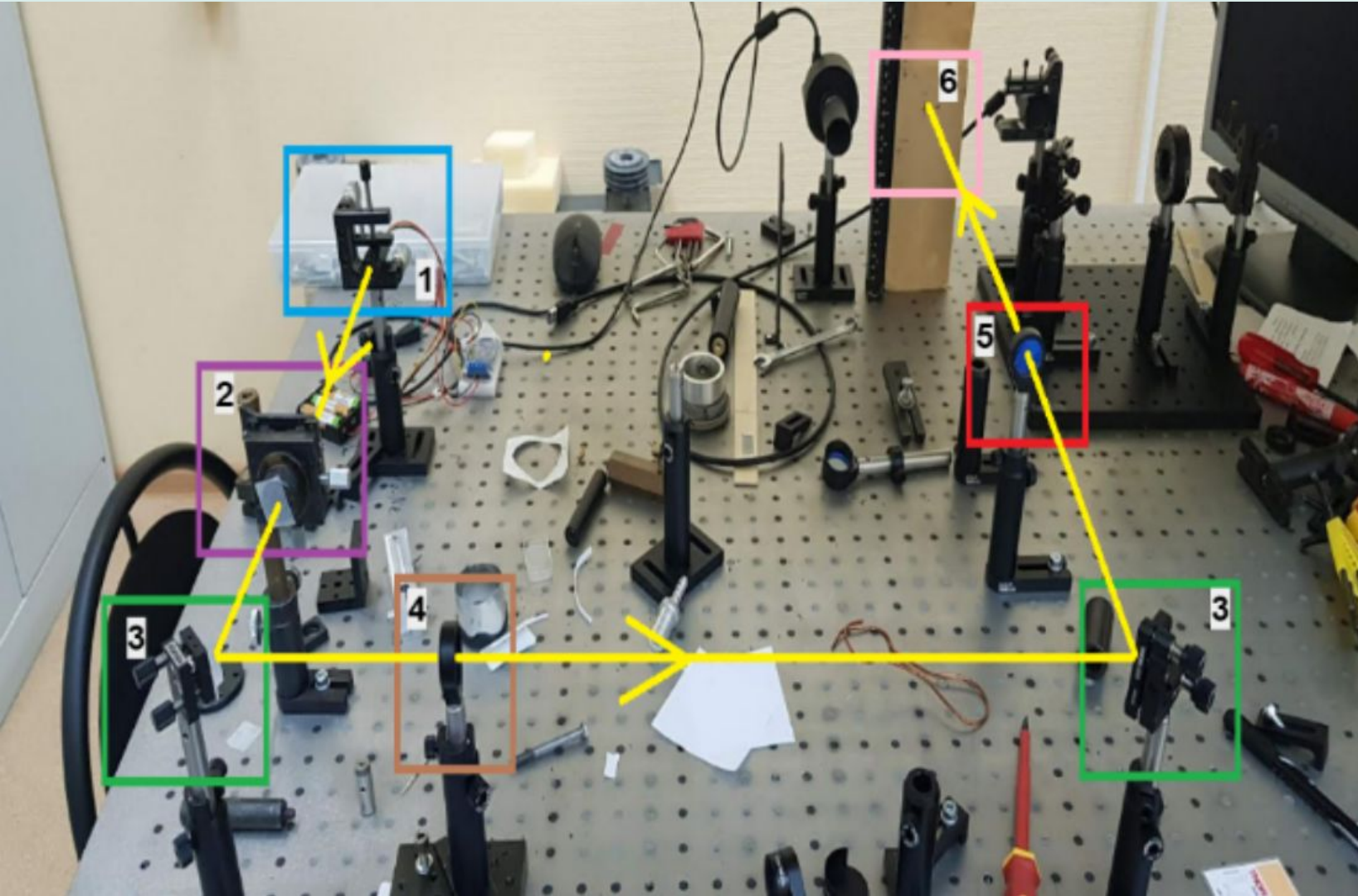
k – номер группы элементов

n – номер элемента

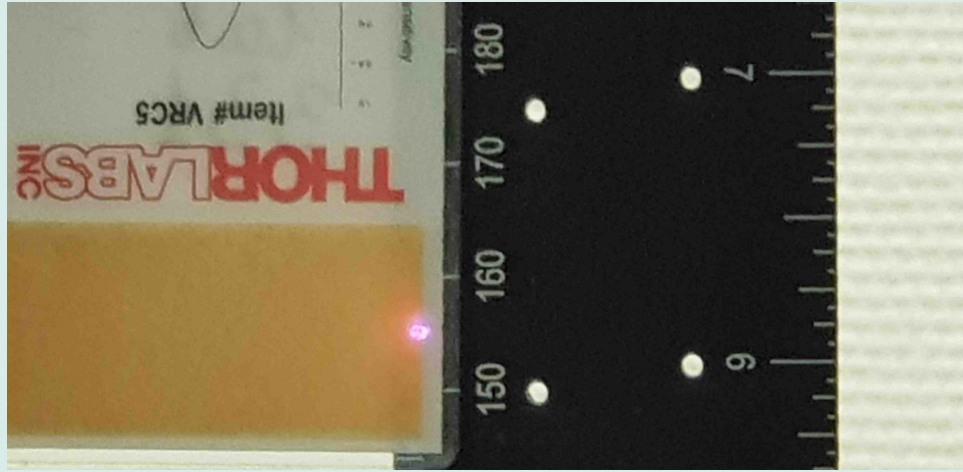
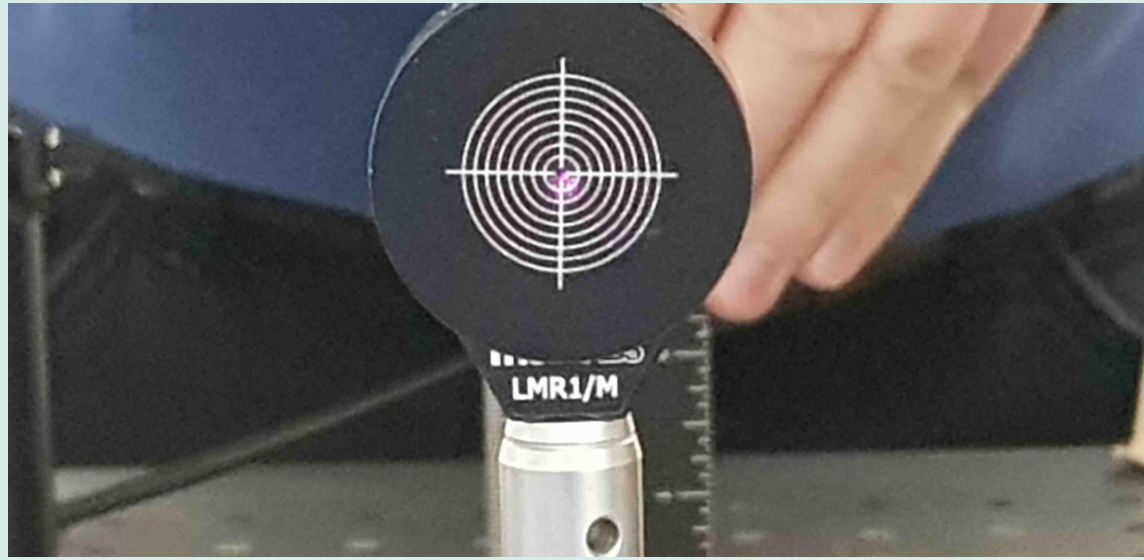
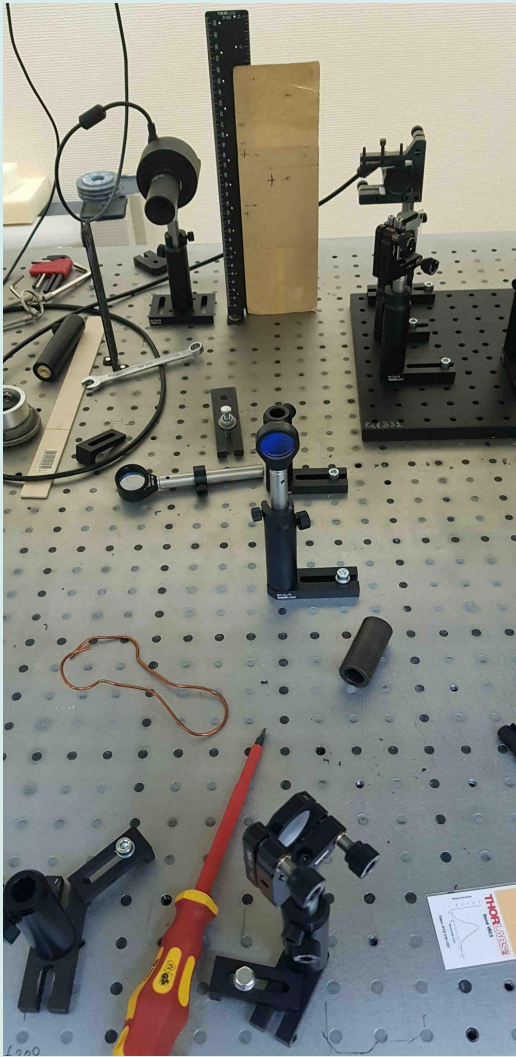
Тестовая таблица разрешения USAF 1951 года - это тестовое устройство для микроскопов (стандарт BBC США MIL-STD-150A 1951 года) Конструкция предусматривает множество небольших форм мишеней разного размера, позволяющая определить пространственные разрешения оптической системы (вертикальное/горизонтальное), измеряемое в линиях на миллиметр.

Схема установки



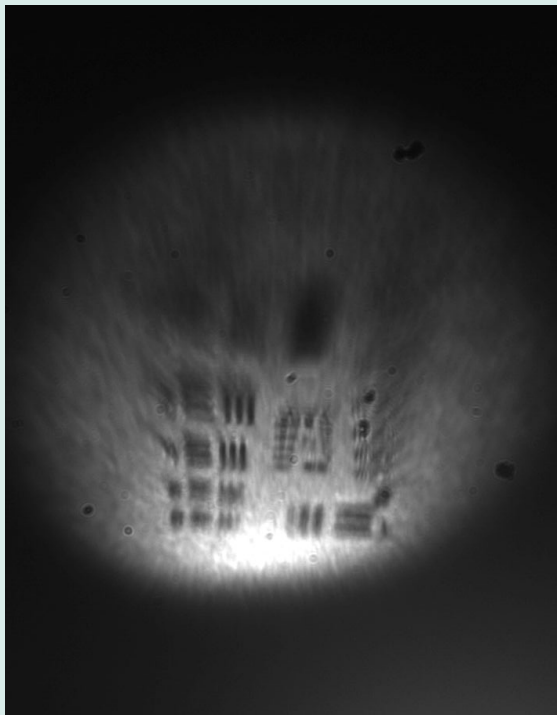


- 1 – ИСТОЧНИК
- 2 – ДИАФРАГМА
- 3 – ЗЕРКАЛО
- 4 – ОБЪЕКТ
- 5 – ЛИНЗА
- 6 – ЭКРАН

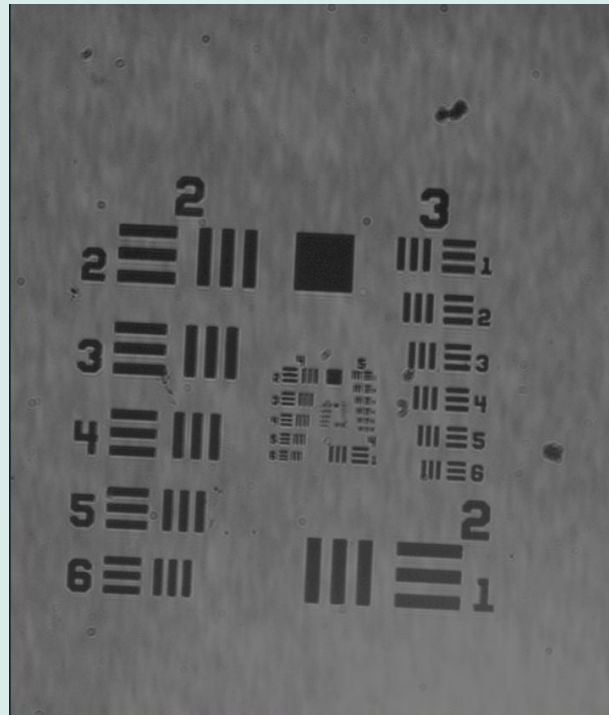


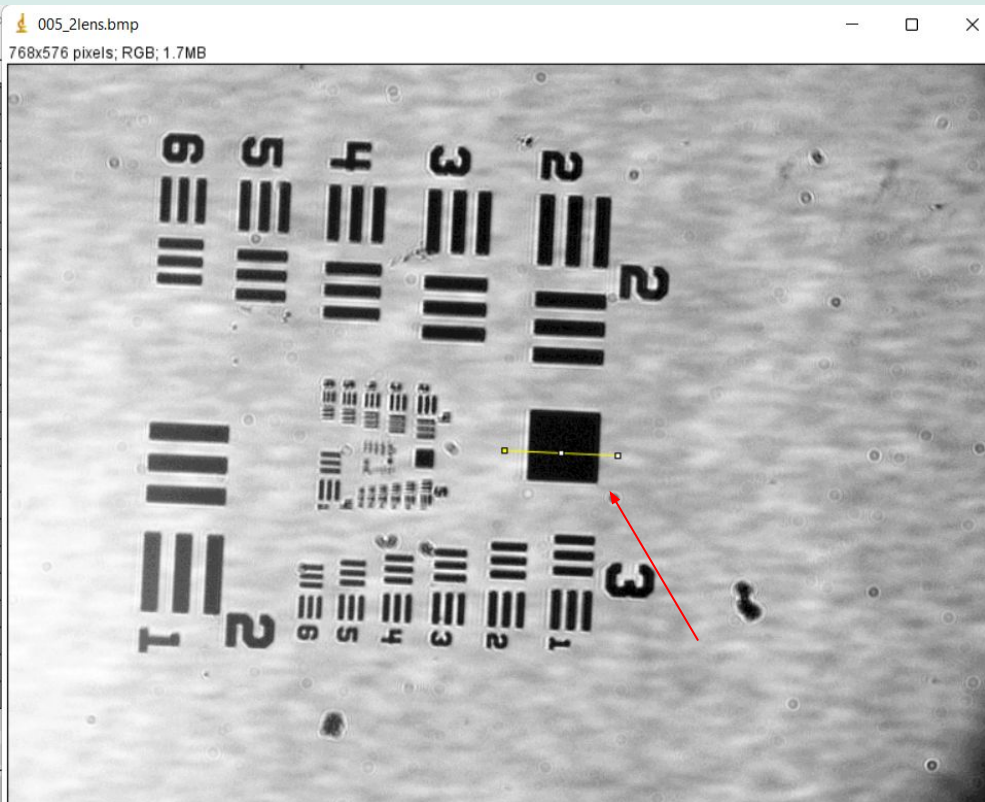
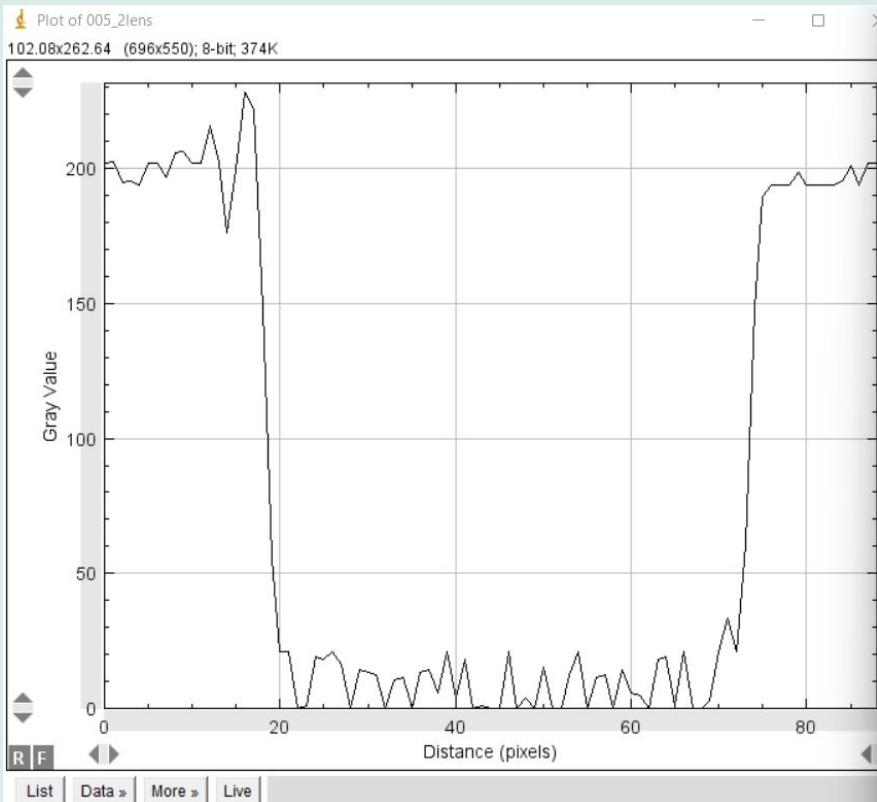
Эксперимент

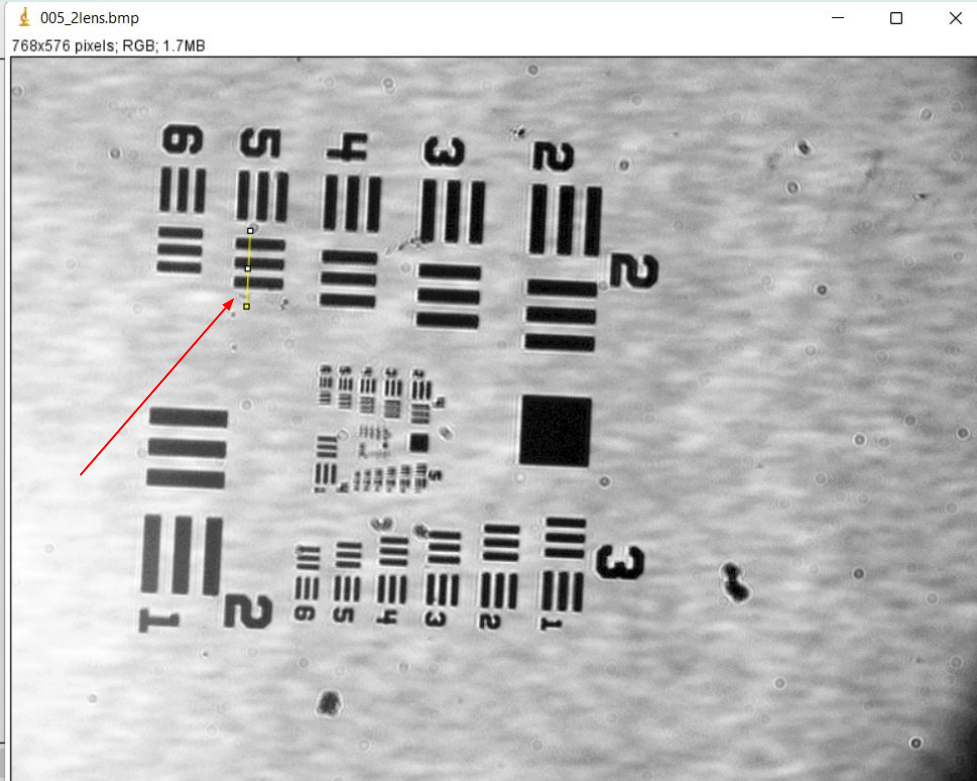
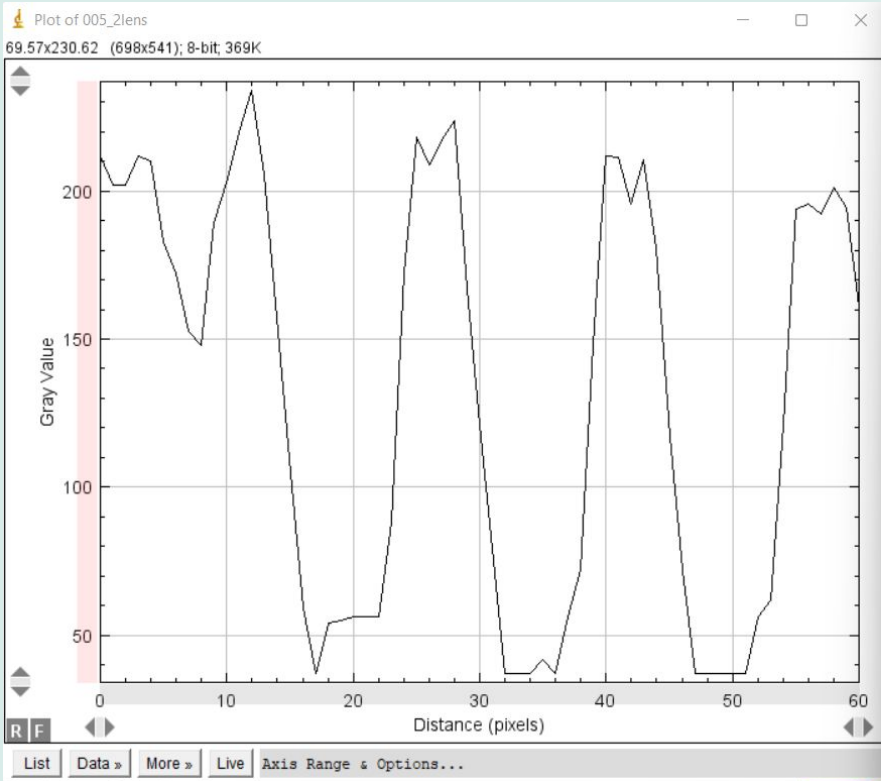
Изображение, полученное на установке с одной линзой

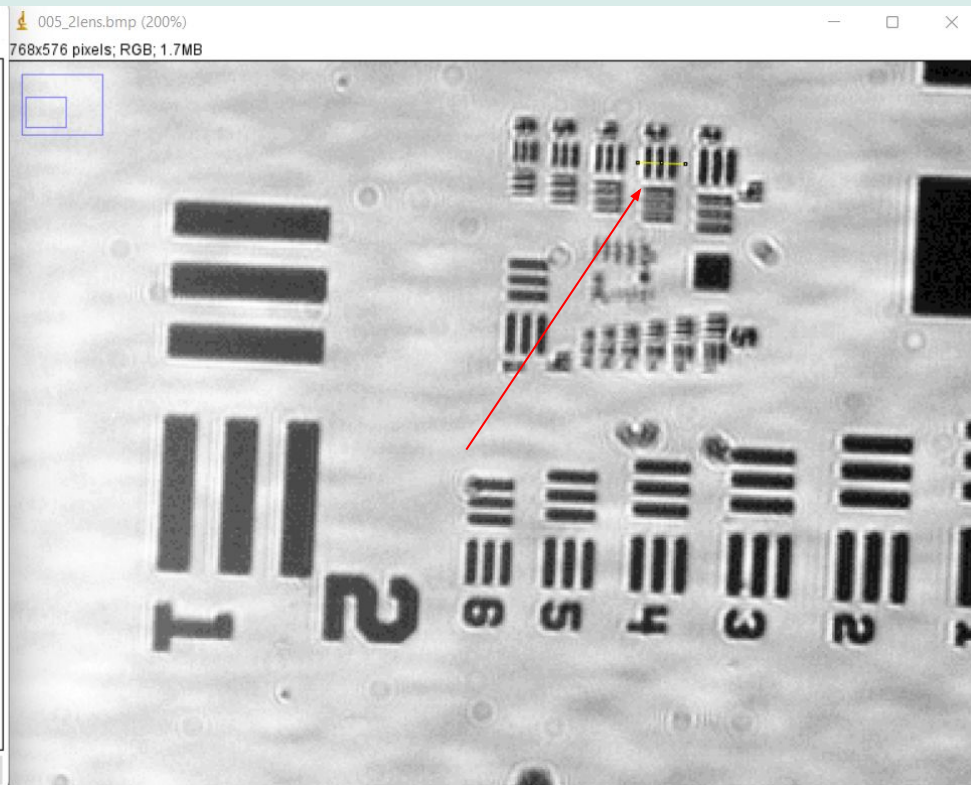
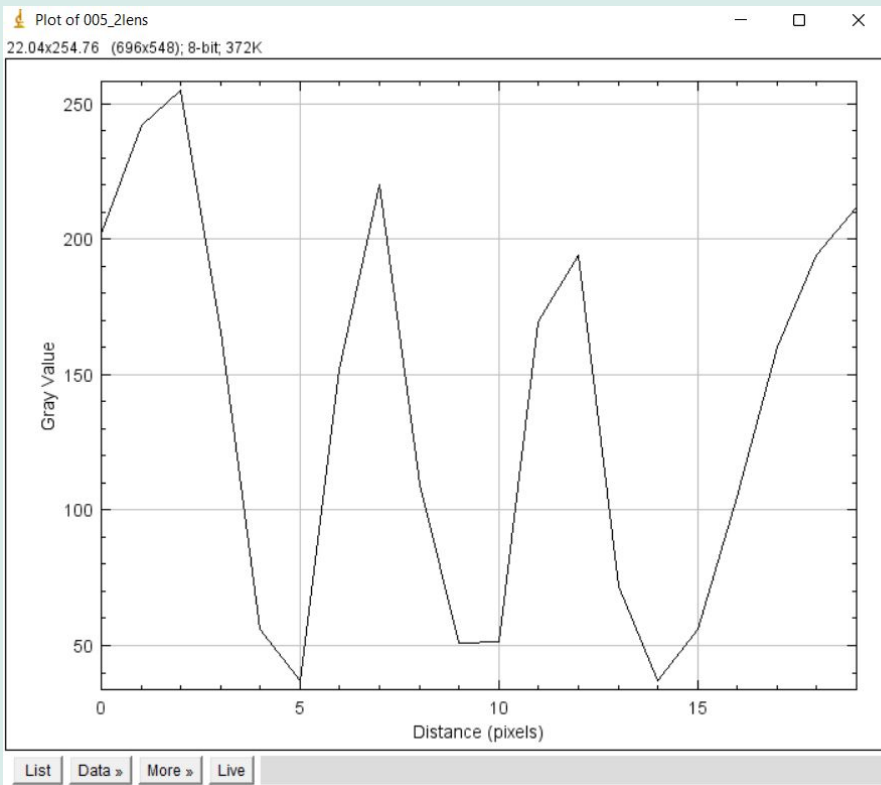


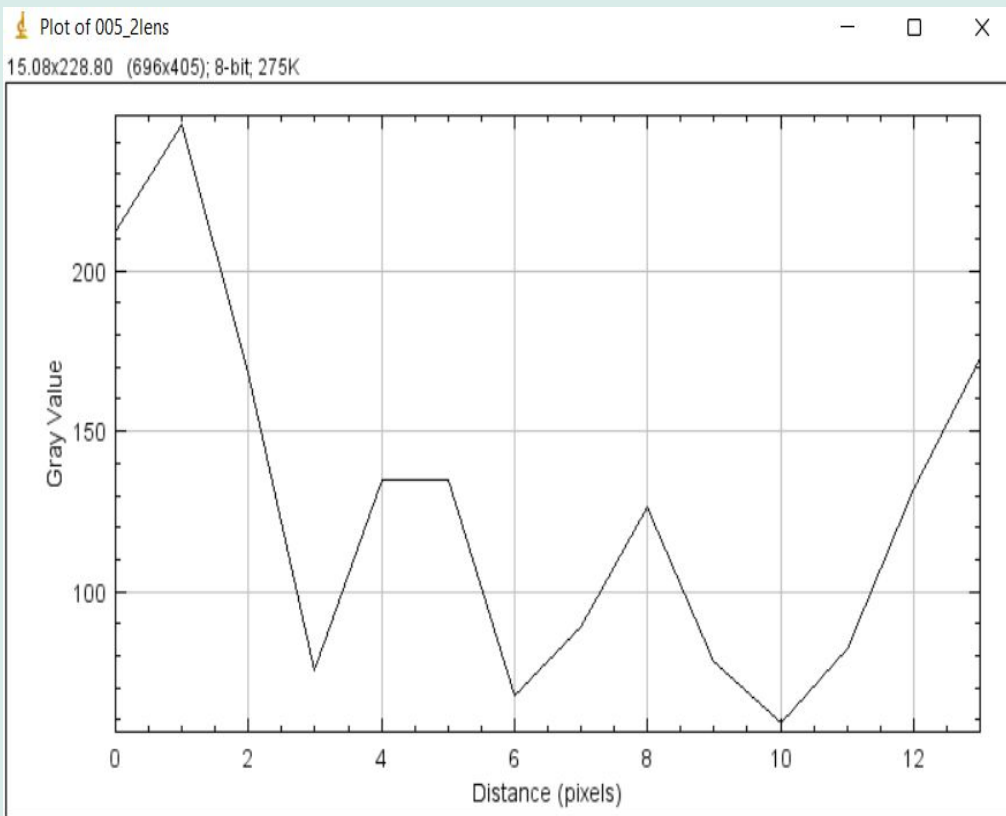
Изображение, полученное на установке с двумя линзами











List Data » More » Live



Dark field



Заключение.

В ходе работы были собраны однолинзовая и двухлинзовая оптические системы. Было принято решение, что однолинзовая система непригодна для использования, поэтому была выбрана двухлинзовая с разрешением 20.16 пар линий/мм. и общей длиной 1100 см. Кроме того, был проведен эксперимент по получению Dark field изображения.

**Спасибо за
внимание!**

Ресурсы

Википедия site: wiki5.ru

Сайт И.В.Яковлева: <https://mathus.ru/me.php>

Число пар линий / мм в заданном испытании разрешающей способности USAF 1951

| Элемент | Номер группы | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 0,250 | 0,500 | 1,00 | 2,00 | 4,00 | 8,00 | 16,00 | 32,0 | 64,0 | 128,0 | 256,0 | 512,0 |
| 2 | 0,281 | 0,561 | 1,12 | 2,24 | 4,49 | 8,98 | 17,96 | 35,9 | 71,8 | 143,7 | 287,4 | 574,7 |
| 3 | 0,315 | 0,630 | 1,26 | 2,52 | 5,04 | 10,08 | 20,16 | 40,3 | 80,6 | 161,3 | 322,5 | 645,1 |
| 4 | 0,354 | 0,707 | 1,41 | 2,83 | 5,66 | 11,31 | 22,63 | 45,3 | 90,5 | 181,0 | 362,0 | 724,1 |
| 5 | 0,397 | 0,794 | 1,59 | 3,17 | 6,35 | 12,70 | 25,40 | 50,8 | 101,6 | 203,2 | 406,4 | 812,7 |
| 6 | 0,445 | 0,891 | 1,78 | 3,56 | 7,13 | 14,25 | 28,51 | 57,0 | 114,0 | 228,1 | 456,1 | 912,3 |

https://wiki5.ru/wiki/1951_USAF_resolution_test_chart

