

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

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

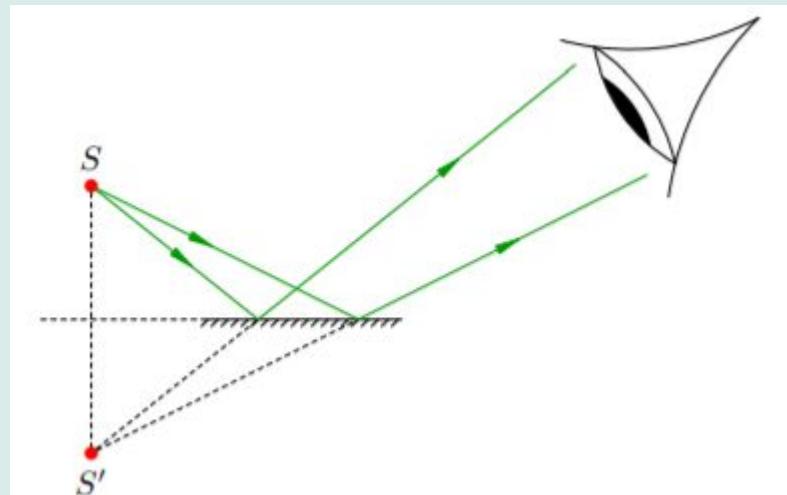
Теория Законы преломления и плоское зеркало



И.В. Яковлев “Геометрическая оптика” стр.10

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

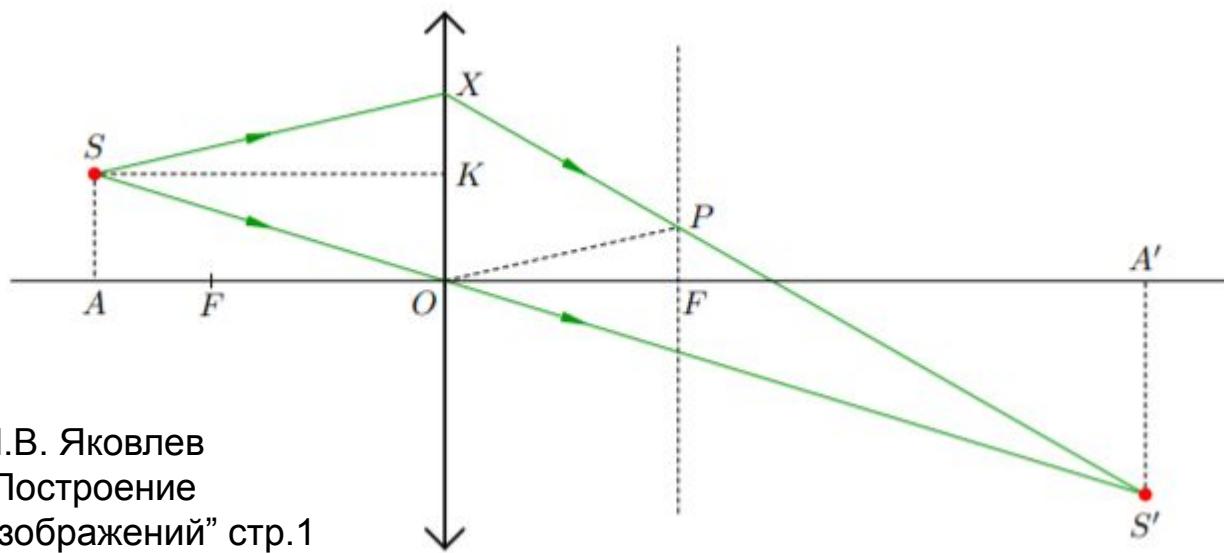
-Закон Снеллиуса



И.В. Яковлев “Геометрическая оптика” стр.8

Теория

Собирающая линза: действительное изображение точки



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

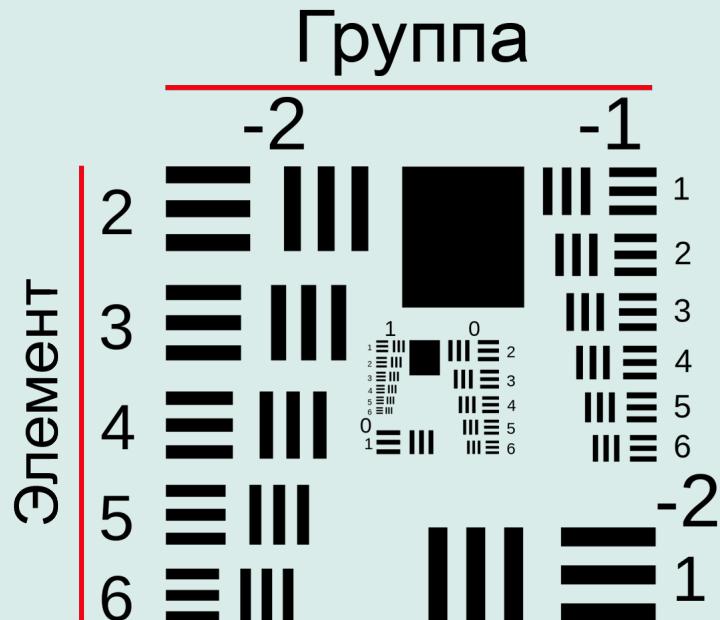
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

формула тонкой линзы

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

расстояние от точки S' до линзы

Метод оценки разрешения с помощью миры USAF-1951



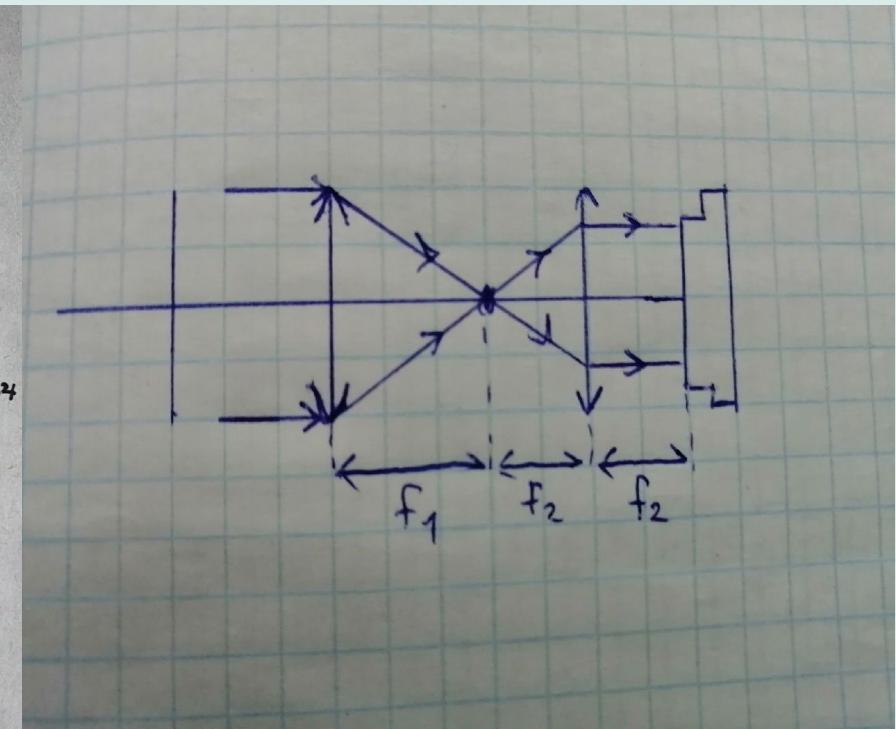
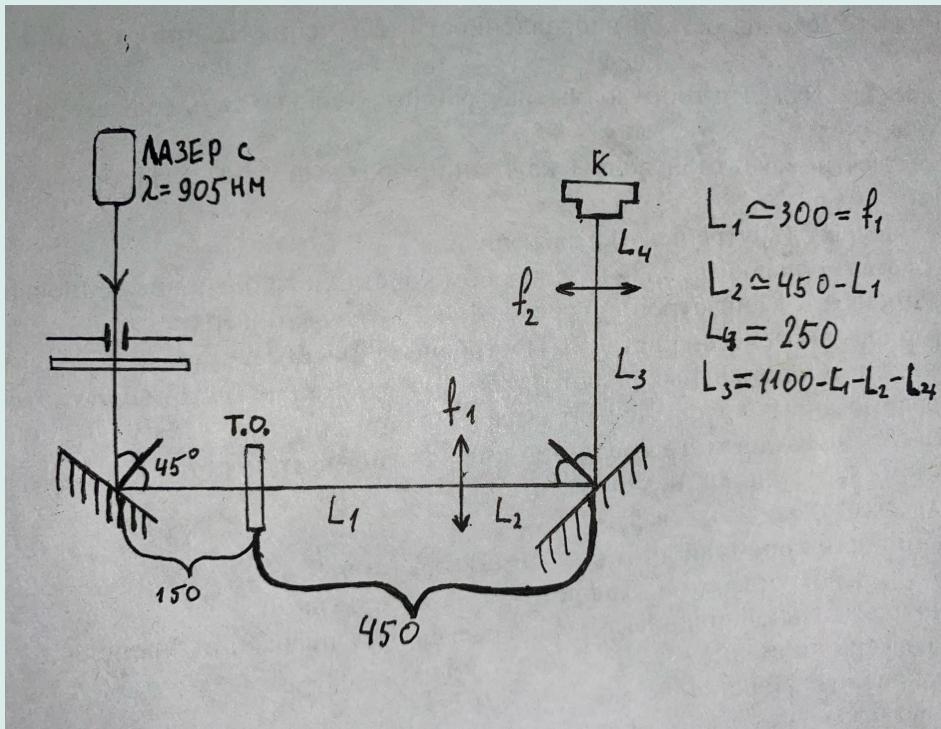
$$r = 2^{k+\frac{n-1}{6}}$$

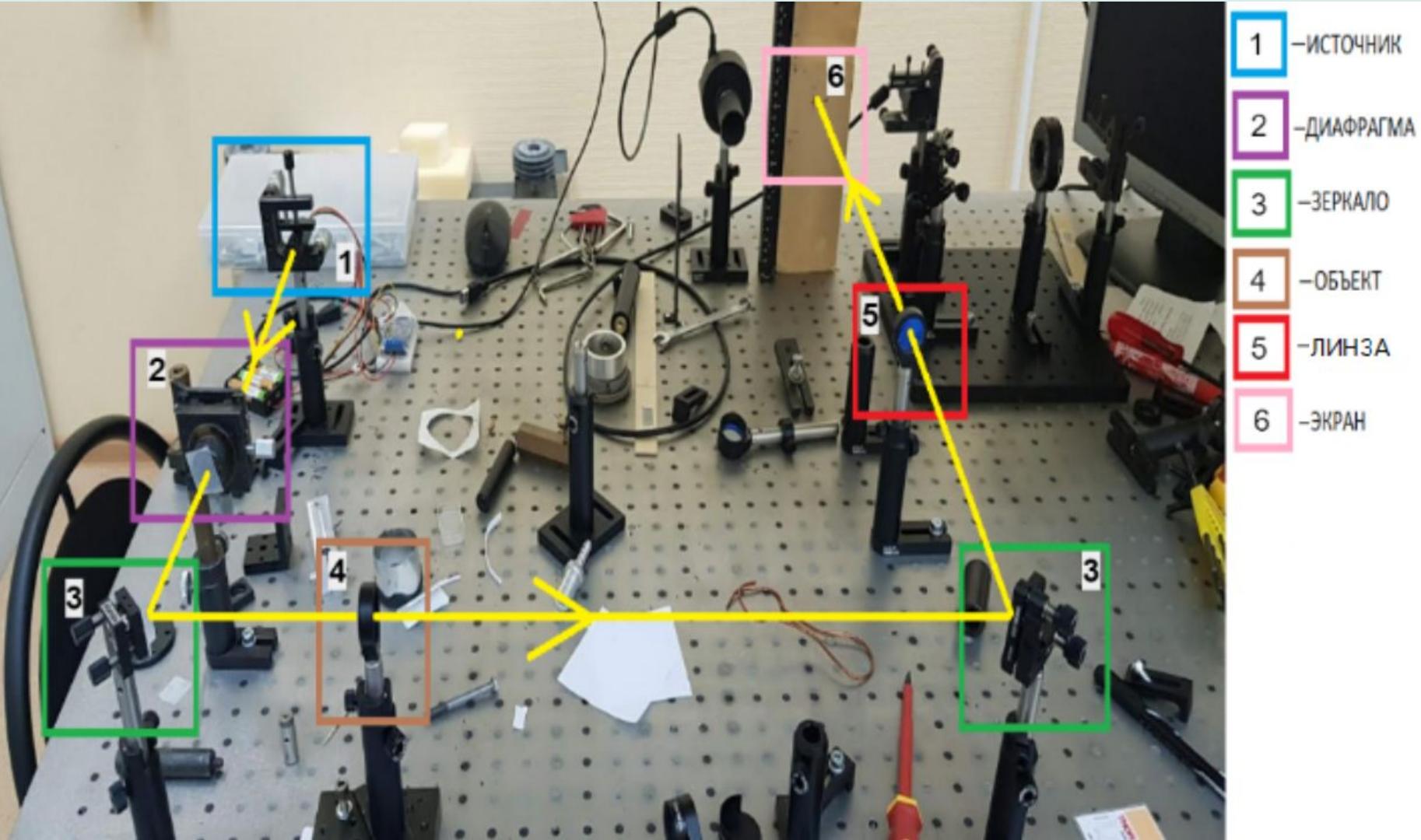
k – номер группы элементов
n – номер элемента

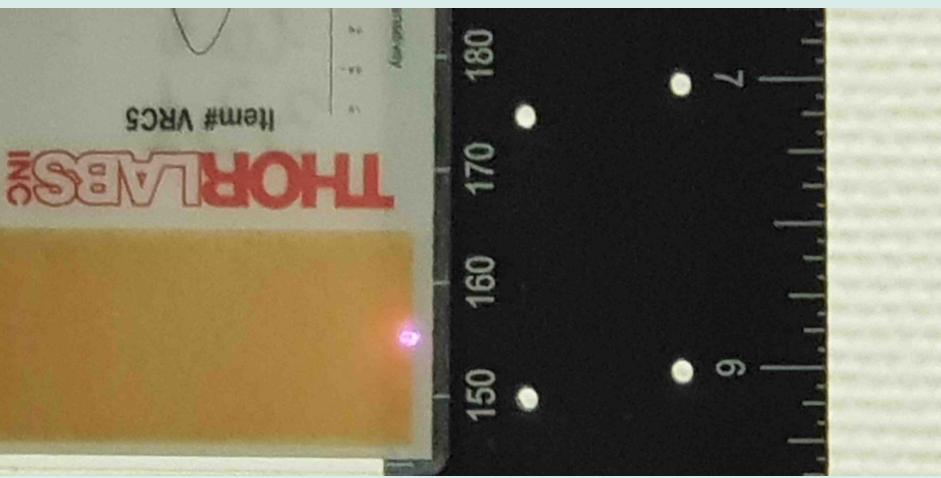
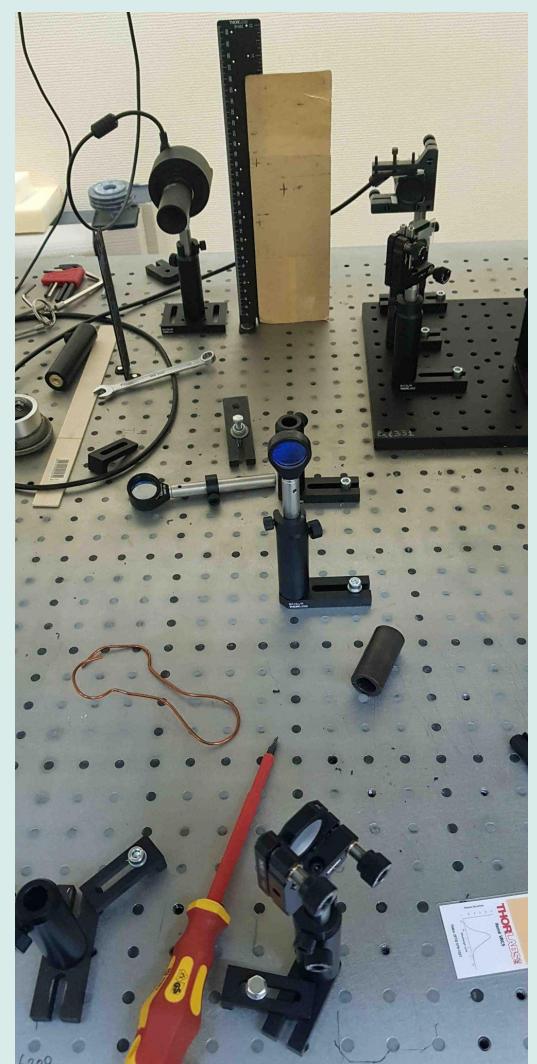
Тестовая таблица разрешения USAF 1951 года – это тестовое устройство для микроскопов (стандарт ВВС США MIL-STD-150A 1951 года). Конструкция предусматривает множество небольших форм мишней разного размера, позволяющая определить пространственные разрешения оптической системы (вертикальное/горизонтальное),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

USAF-1951

Схема установки

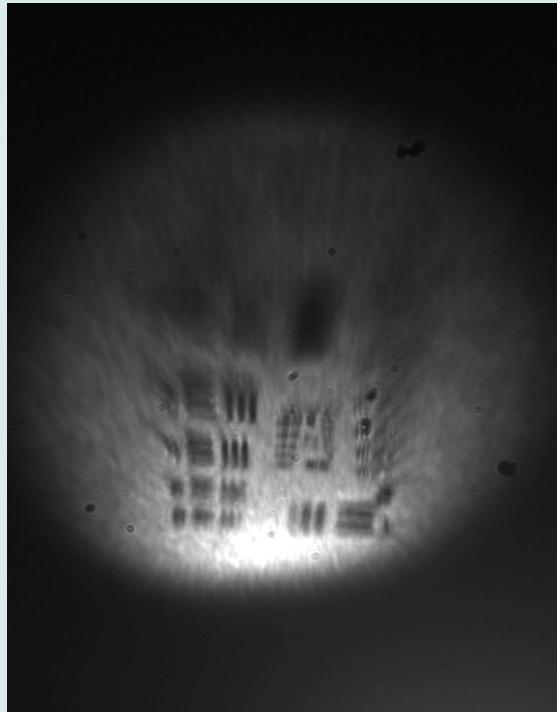




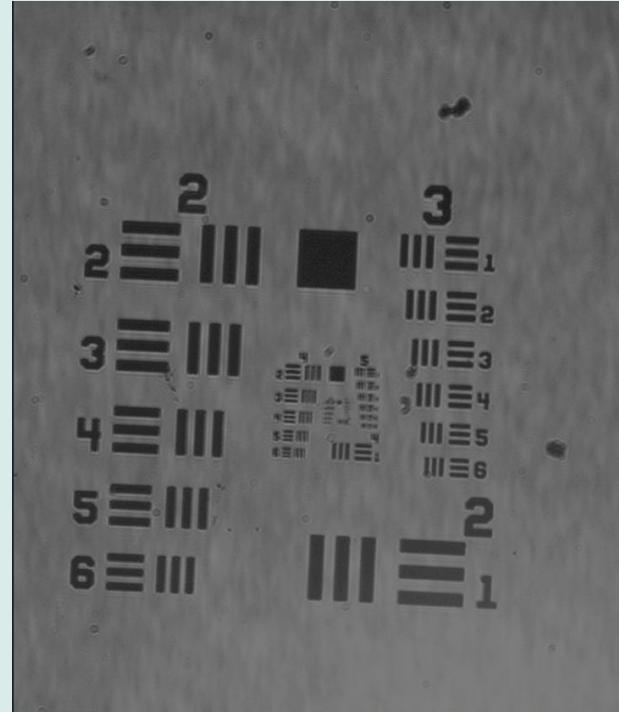


Эксперимент

Изображение, полученное на установке с одной линзой

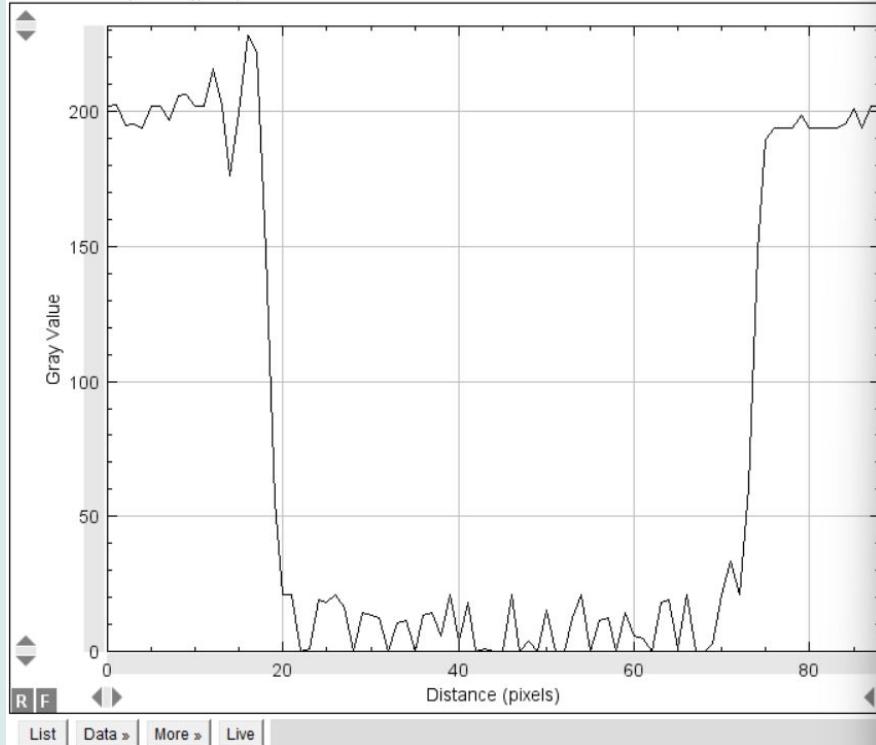


Изображение, полученное на установке с двумя линзами



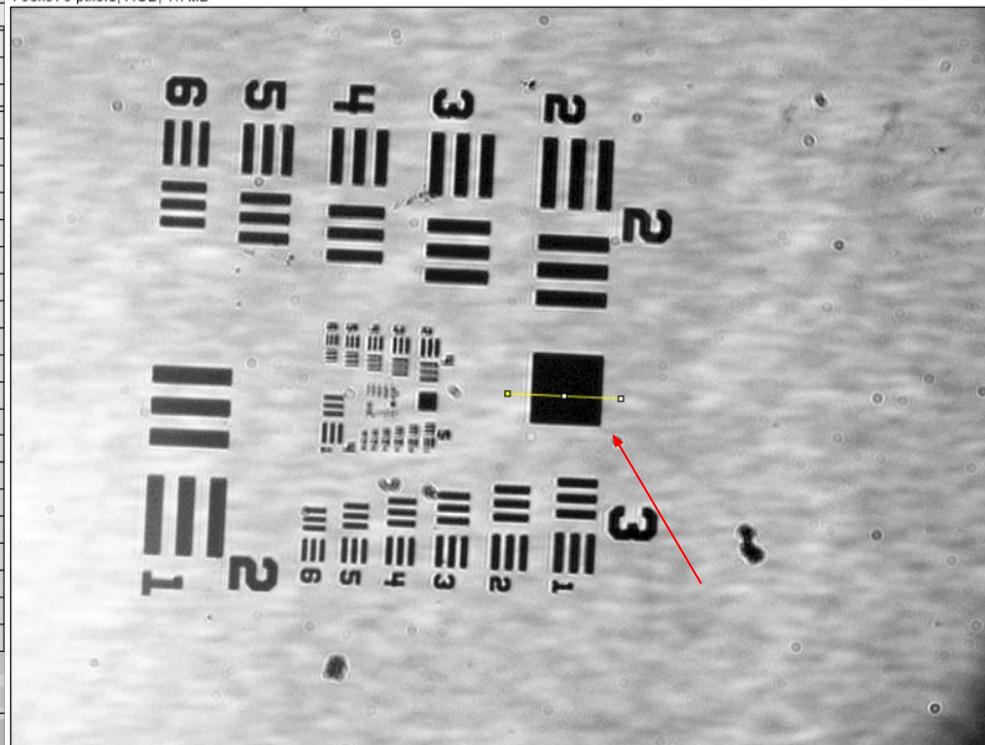
Plot of 005_2lens

102.08x262.64 (696x550); 8-bit; 374K



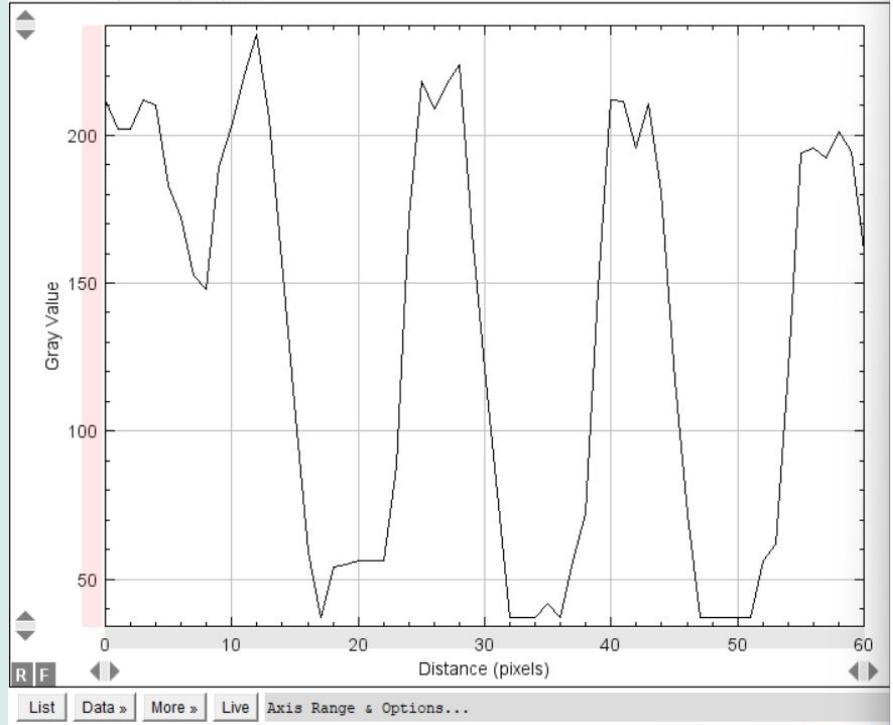
005_2lens.bmp

768x576 pixels; RGB; 1.7MB



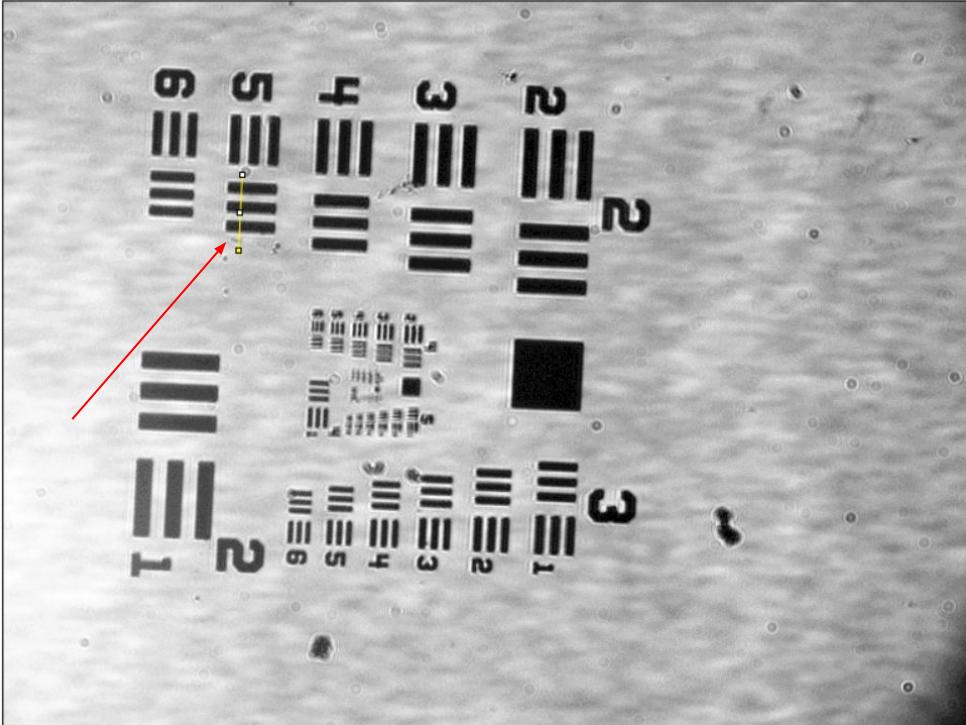
Plot of 005_2lens

69.57x230.62 (698x541); 8-bit; 369K



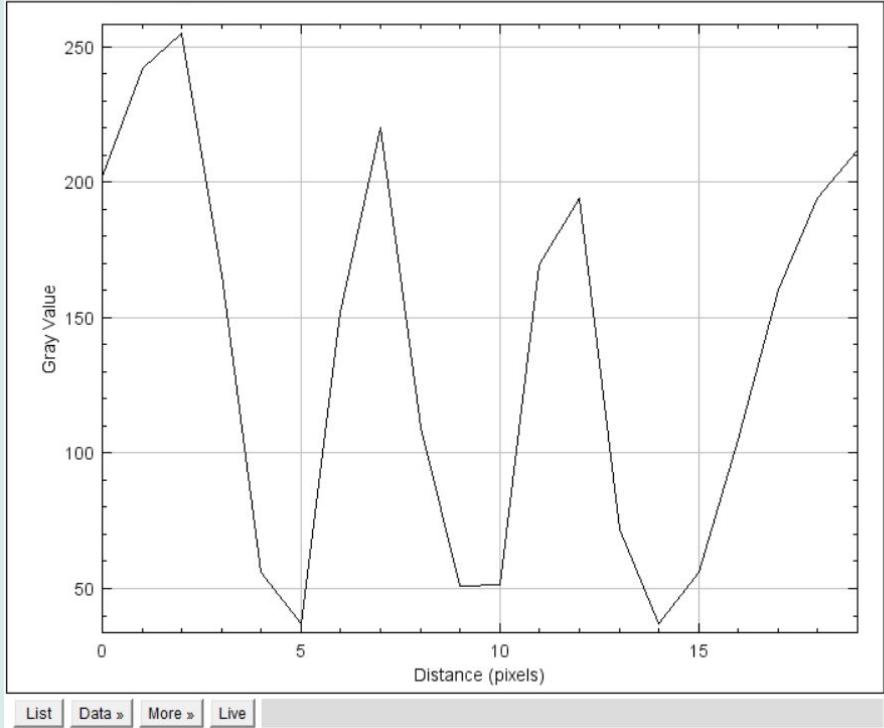
005_2lens.bmp

768x576 pixels; RGB; 1.7MB



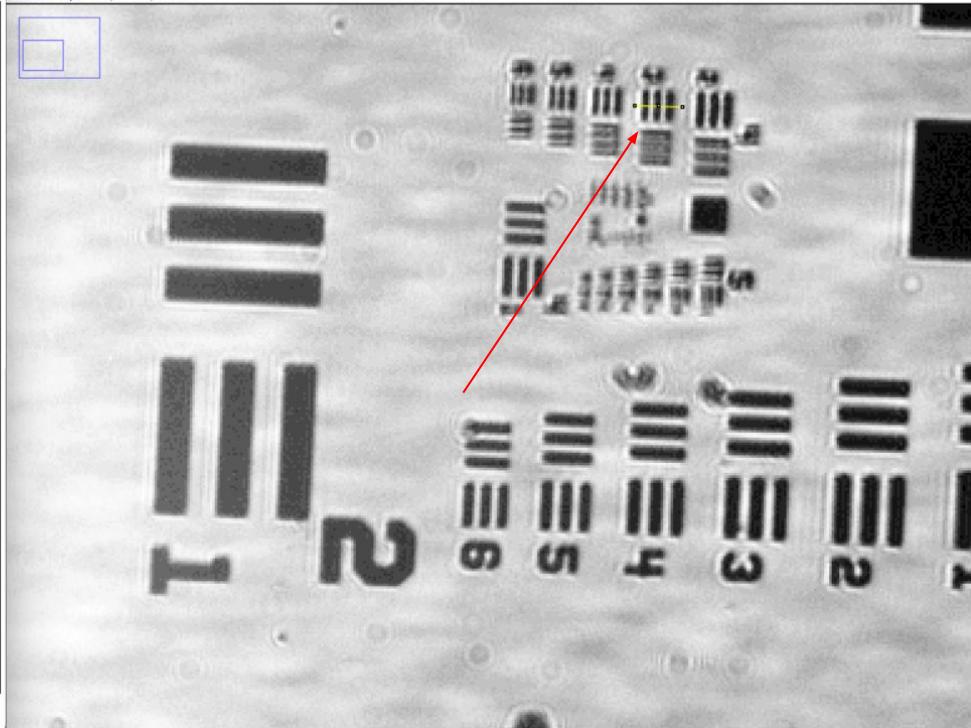
Plot of 005_2lens

22.04x254.76 (696x548); 8-bit; 372K



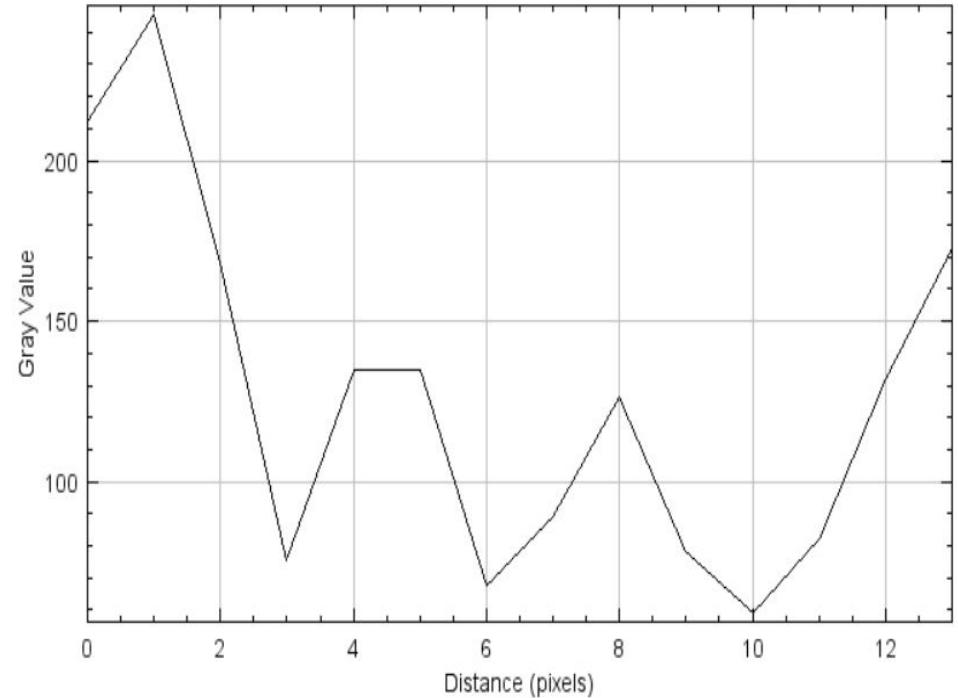
005_2lens.bmp (200%)

768x576 pixels; RGB; 1.7MB



Plot of 005_2lens

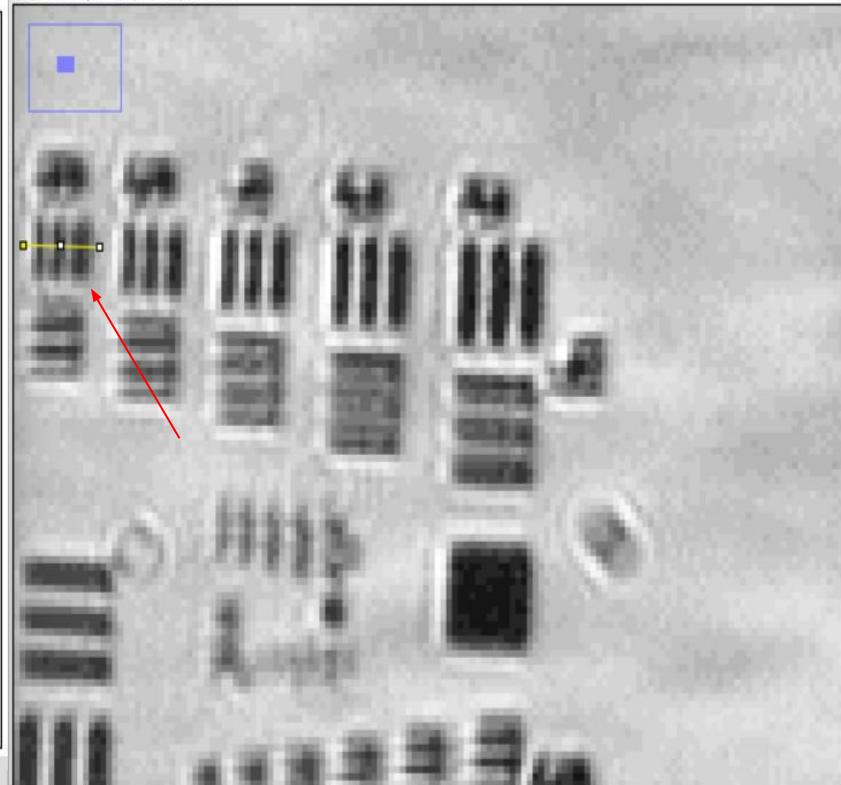
15.08x228.80 (696x405); 8-bit; 275K



List | Data » | More » | Live |

005_2lens.bmp (400%)

768x576 pixels; RGB; 1.7MB



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

