

# Оптические измерения

## Лабораторная работа

Измерение фокусных расстояний и фокальных отрезков объективов на оптической скамье

*Автор: Дружин Владислав Владимирович, к.т.н.*

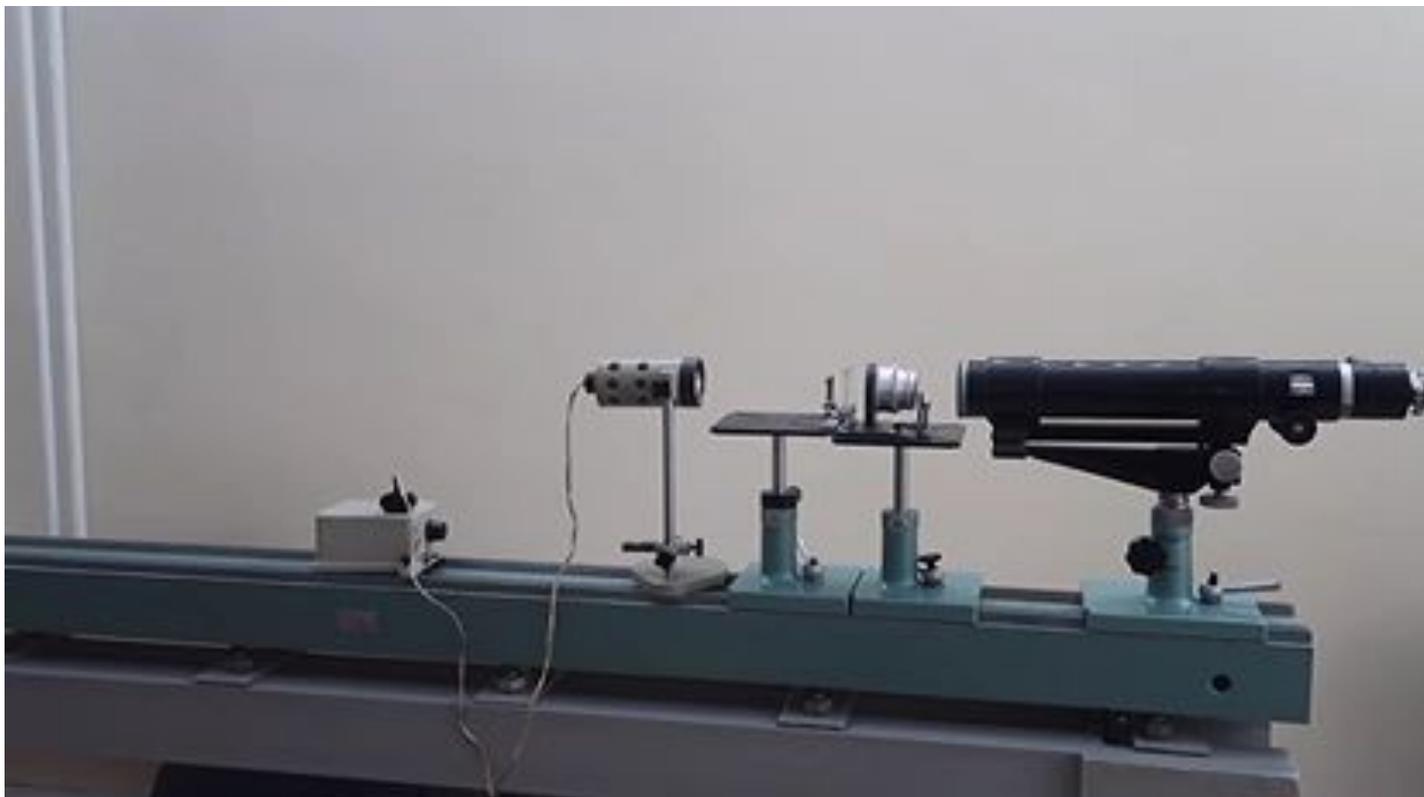
Доцент кафедры "Лазерные и оптико-электронные системы " (РЛ-2)

МГТУ им. Н.Э. Баумана

[druzhin@bmstu.ru](mailto:druzhin@bmstu.ru)

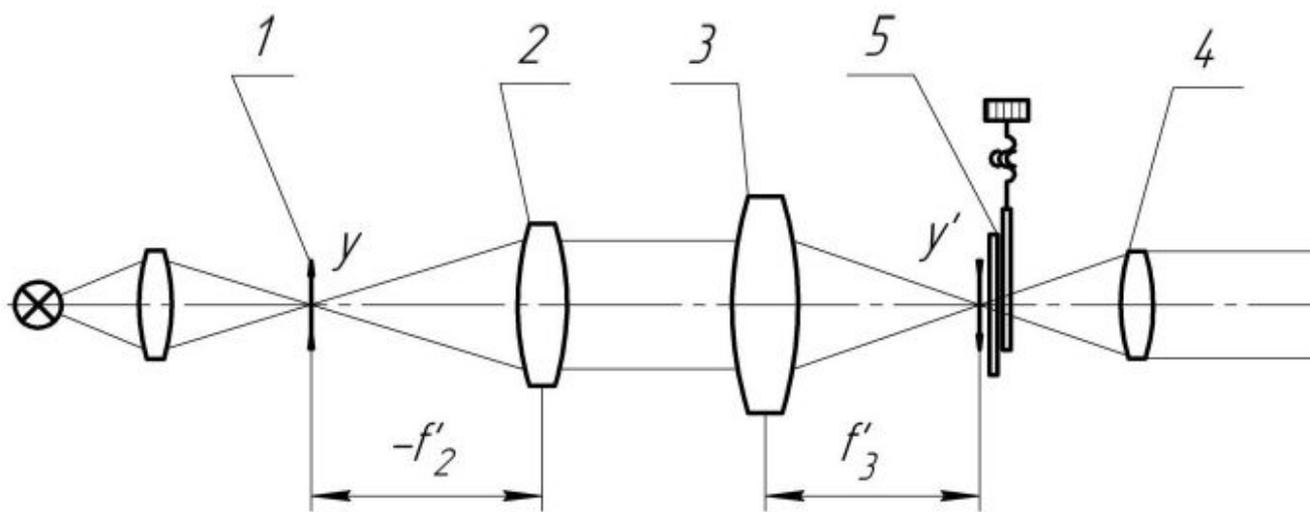
[vlad.druzhin@gmail.com](mailto:vlad.druzhin@gmail.com)

# Часть 1. Измерение фокусных расстояний

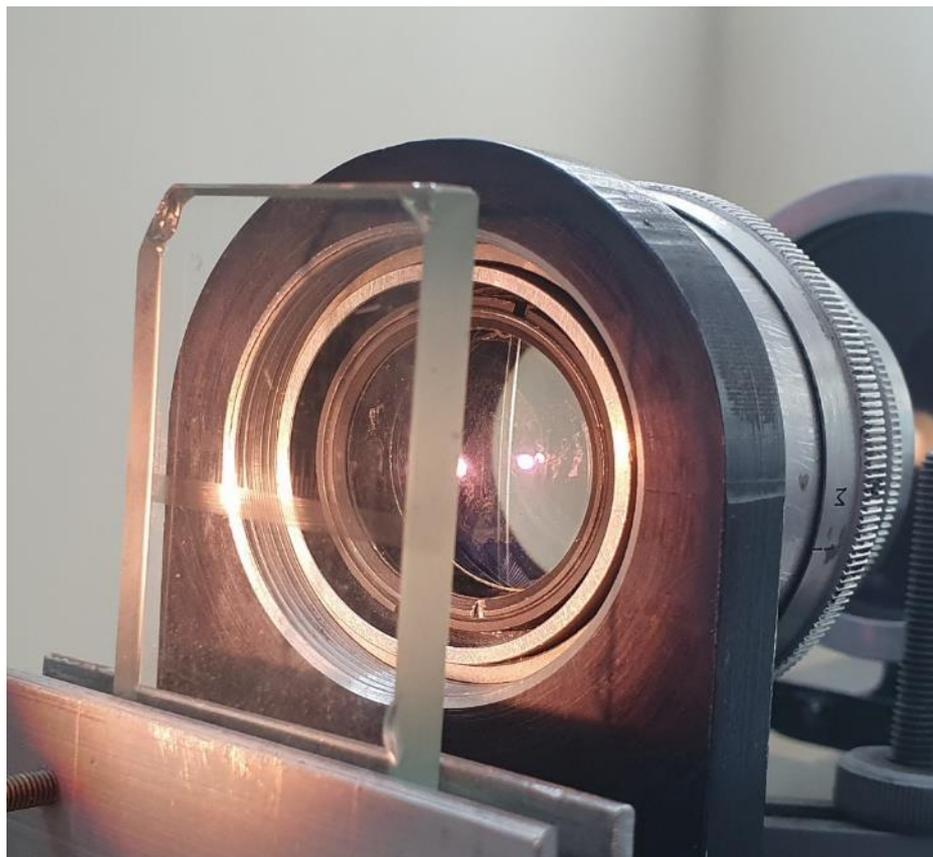


<ВИДЕО СО ЗВУКОМ>

# Схема установки для измерения фокусного расстояния



# Шкала тест-объекта (1)



тест-объект (шкала первого класса точности  
с ценой деления  $m = 0,1$  мм)

# Испытуемый объектив (2)



## Объектив Орхидея-3 50 mm f/ 1.5

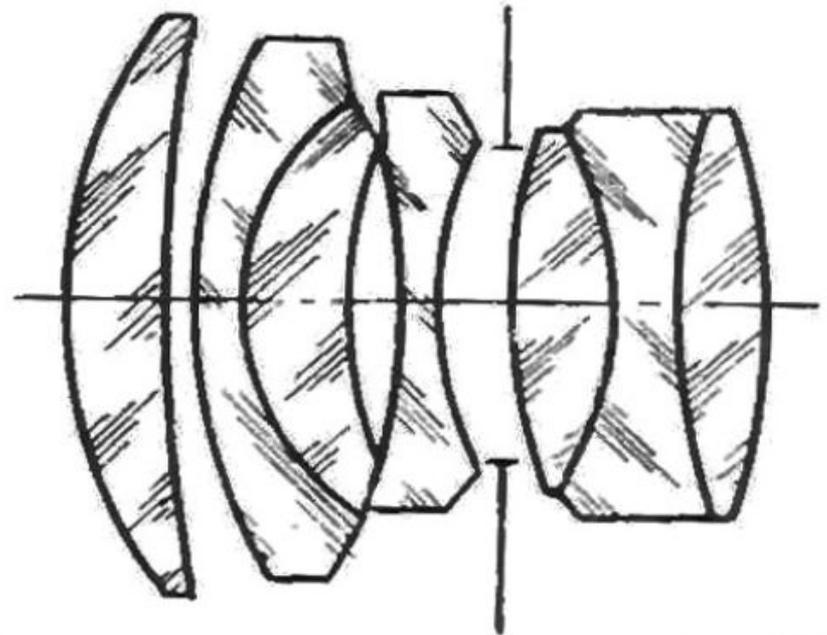
**Формат:** 35mm  
дальномерная

Опт. схема

**Тип:** Постоянное  
фокусное  
расстояние (фикс)

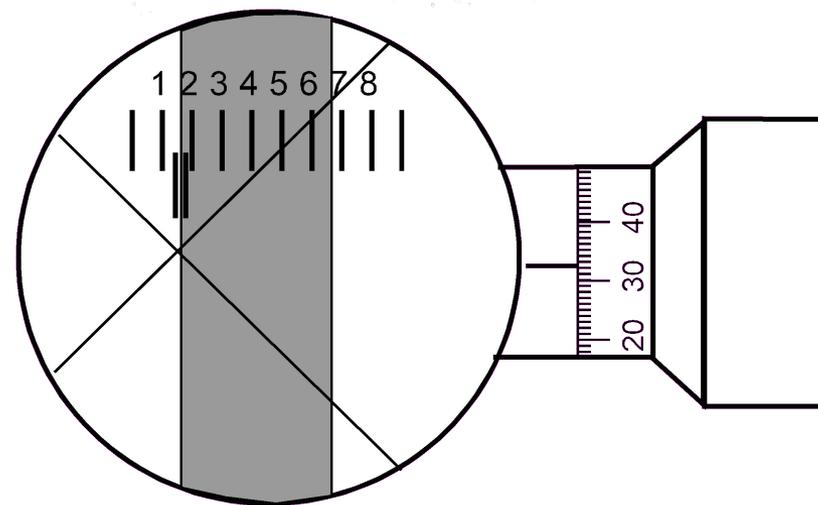
**Фокус:** Ручная  
фокусировка

**Система:** Contax  
I-III (CRM), M39  
Leica screw-mount  
(LSM)



| Фок. раст. | Макс. диафр. | Мин. диафр. | Леп-в диафр. | МДФ (м.) | Фильтр (мм.) | Вес (гр.) | Длина (мм.) |
|------------|--------------|-------------|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|
| 52mm       | f/1.5        | f/22        | нет          | 1        | 40.5         |           |             |

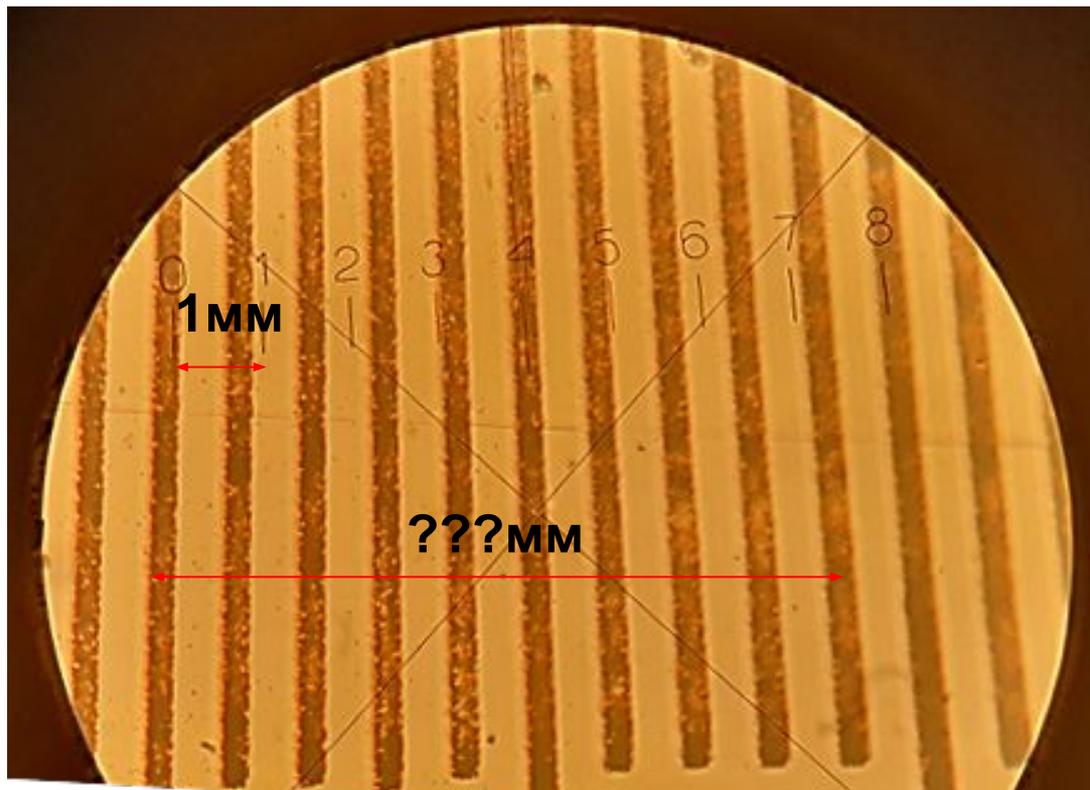
## Зрительная труба из комплекта «Оптическая скамья»



Отсчёт по шкале: 1.32мм

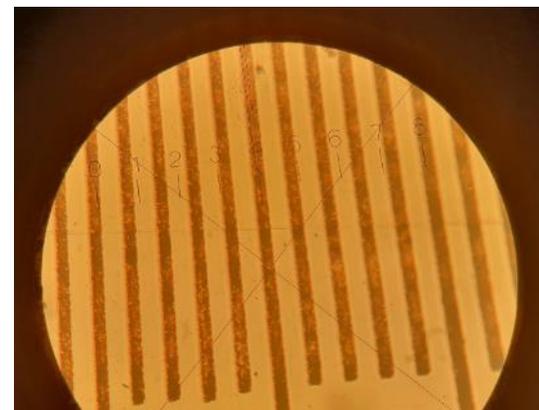
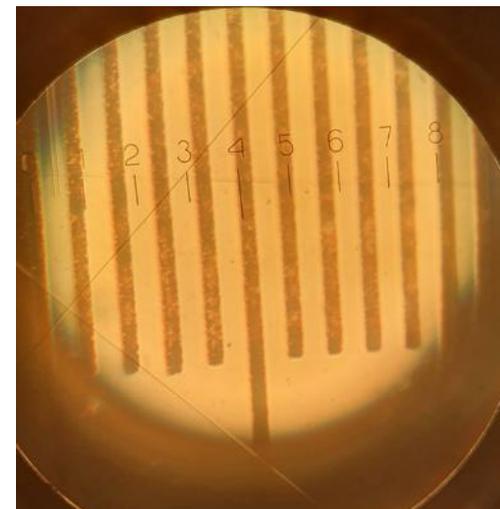
Оптическая система зрительной трубы построена по схеме Кеплера. Объектив (3) закреплён в основном тубусе. Фокусное расстояние объектива зрительной трубы равно 430 мм, диаметр входного зрачка – 50 мм. Предел разрешения объектива в угловой мере составляет 3''

# Измерение размера изображения $y'$



N=10 штрихов

Изображения для измерений:



# Измерение размера изображения у' с помощью программы ImageJ

Для измерения размера у' требуется использовать программу **ImageJ** — для анализа и обработки изображений. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ImageJ>

Программа ImageJ представляет собой графический редактор, позволяющий производить анализ изображений. Саму программу можно скачать по адресу в Интернете <https://imagej.nih.gov/ij/download.html> и установить на своём компьютере.

Для работы с полученным изображением тест-объекта выберете в меню программы Open→File и откройте нужный файл. Далее приведено описание панели инструментов и основных операций.

**Инструменты выделения.** Первые четыре кнопки на панели инструментов – инструменты выделения области; они позволяют обводить область на изображении прямоугольной, овальной, многоугольной или свободной формы. После выделения, эти области с помощью соответствующих команд меню могут быть изменены, проанализированы, скопированы. Заметьте, что строка состояния, содержит координаты выделения и размеры в пикселях.

**Инструменты линии.** Следующие три кнопки служат для рисования прямых, ломанных и произвольных линий. Дважды щелкните на кнопке линии для изменения толщины линии.

Инструмент «перекрестие» используется для выбора участков на изображении. При этом в информационном окне отображаются координаты пикселей (xxx, ууу) и значение яркости (0-255). Для цветных изображений значения яркости будут приведены в строке состояния отдельно для синего, красного и зеленого каналов.

**Замер и обсчет образцов.** Провести линию между двумя точками с помощью инструмента «линия». В строке состояния высветится угол отклонения от горизонтали и длина линии в пикселях. Для изменения масштаба выполнить следующие действия:

**Установка масштаба.** Проведите линию между двумя точками, расстояние между которыми известно (например, между миллиметровыми делениями шкалы окуляра-микрометра). Перейдите в Analyze→Set Scale. В окне Set Scale должна высветиться длина линии в пикселях. Введите известную длину (1 мм и размерность в соответствующих полях. Теперь все измерения будут отображаться в выбранных единицах. Если зависимость пиксели:длина была известна из предыдущих измерений, можно сразу ввести эту информацию в окно Set Scale. Отметьте'global' для того, чтобы применить установленный масштаб ко всем открытым окнам.

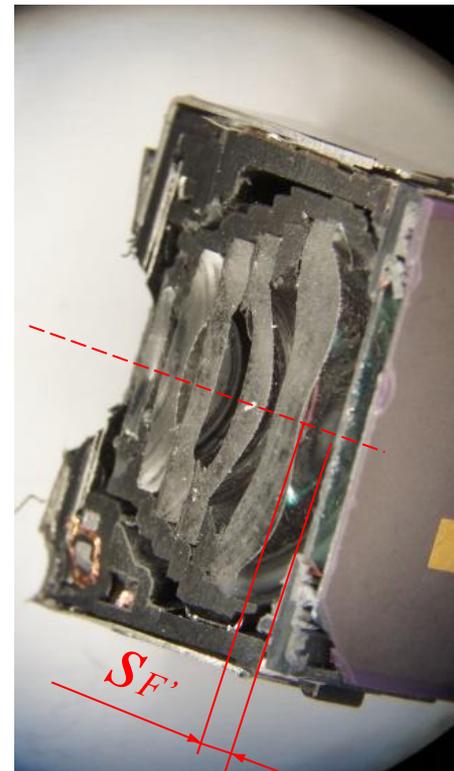
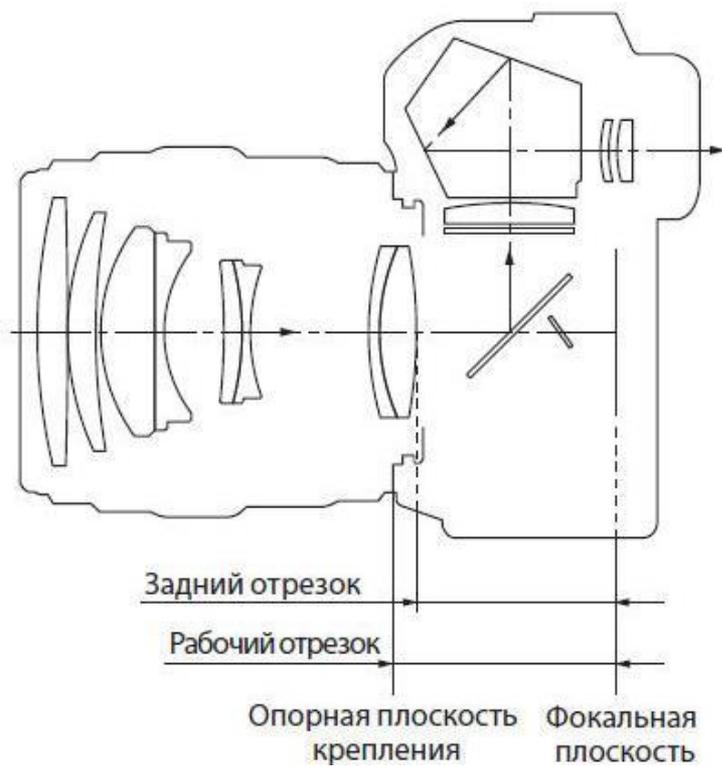
## Часть 2. Измерение фокальных отрезков объективов на оптической скамье



<ВИДЕО СО ЗВУКОМ>

## Часть 2. Измерение фокальных отрезков объективов на оптической скамье

Задним фокальным отрезком  $S_{F'}$  называют расстояние от последней поверхности объектива до его заднего фокуса (точки  $F'$ ).



# Испытуемый объектив

Объектив Гелиос-44М-4 58 mm f/ 2

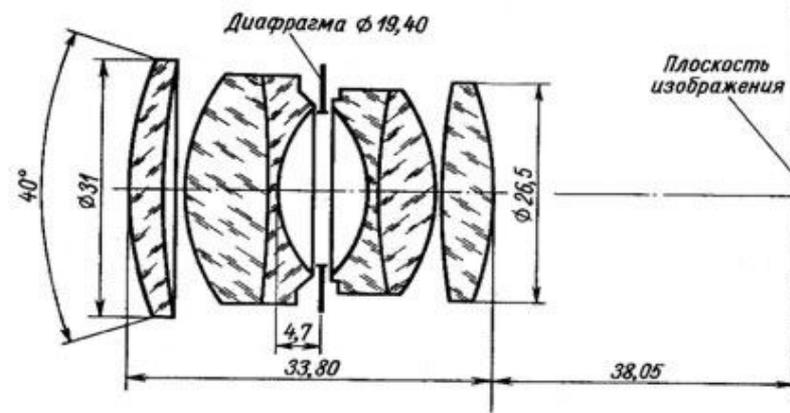


Рис. 1

Штатный объектив для зеркальных малоформатных фотоаппаратов. Светосильный шестилинзовый анастигмат. Просветлённая оптика или многослойное просветление. Отличается точным совпадением визуальной и фотографической плоскостей изображения. Создан на основе объектива Biotar 2/58 (Carl Zeiss Jena), первоначально назывался «БТК» — «БиоТар Красногорский».

Самый массовый объектив КМЗ, один из самых массовых объективов в мире. Выпускался во множестве разновидностей и вариантов на нескольких предприятиях 1).

В конце 1980-х годов производство резьбовых МС Гелиос-44М-4 было передано из Красногорска на Валдайский завод «Юпитер» (специализированное предприятие в составе ПО «Красногорский завод»), где позже объективы стали разделяться по разрешающей способности с присваиванием разных индексов по возрастанию: МС Гелиос-44М-5, МС Гелиос-44М-6 и МС Гелиос-44М-7. Варианты «Гелиоса-44» выпускались также и в Белоруссии на ММЗ (БелОМО).

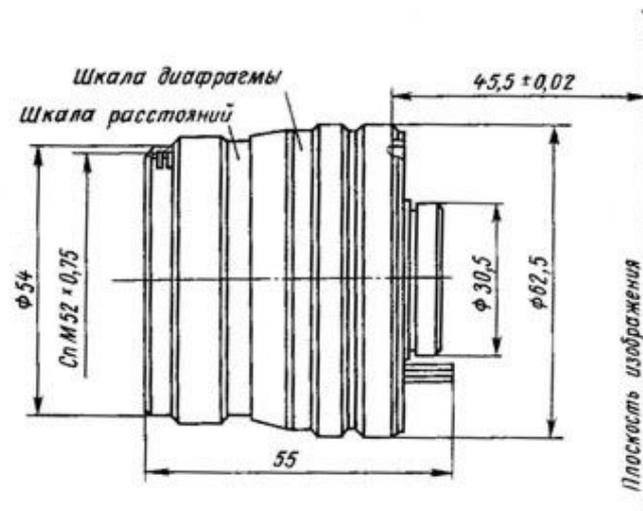
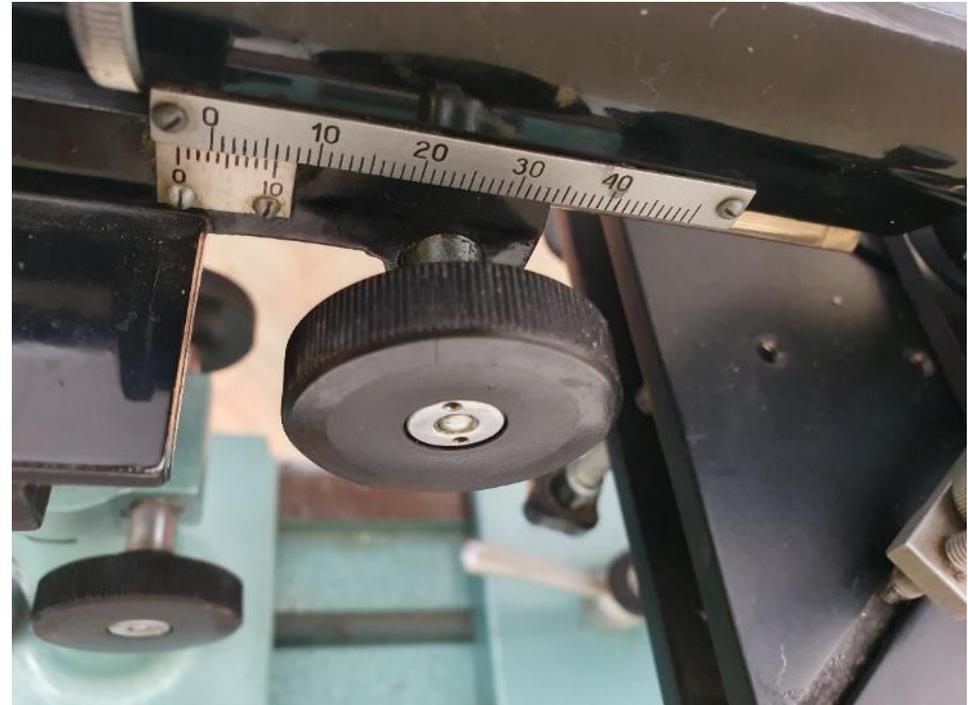
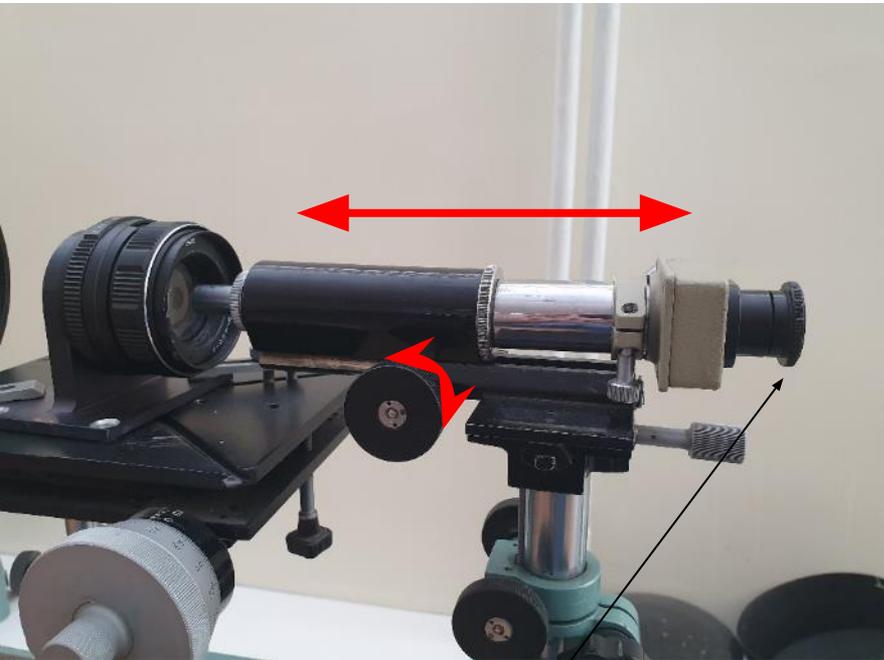


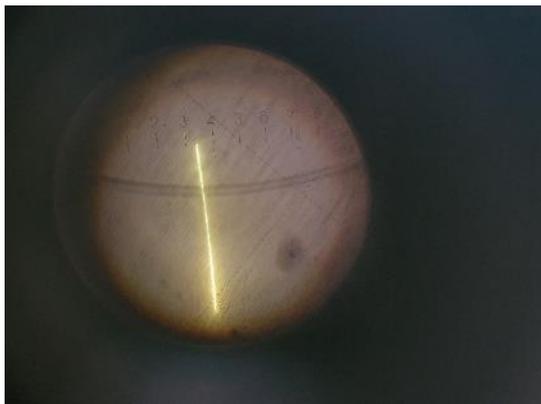
Рис. 2

## Часть 2. Измерение фокальных отрезков объективов на оптической скамье



Вращая маховичок держателя, перемещать микроскоп в сторону объектива до получения резкого изображения пылинок или царапин на поверхности последней линзы объектива (можно нанести на поверхность немного мела). Снять отсчёт  $a_1$  по шкале объективодержателя и занести его в таблицу 3 протокола.

## Часть 2. Измерение фокальных отрезков объективов на оптической скамье



Вращая маховичок держателя, перемещать микроскоп вдоль оси системы до получения резкого изображения мира (щели) при наблюдении в микроскоп. Снять отсчёт  $a_2$  по шкале объективодержателя и занести его в таблицу протокола.