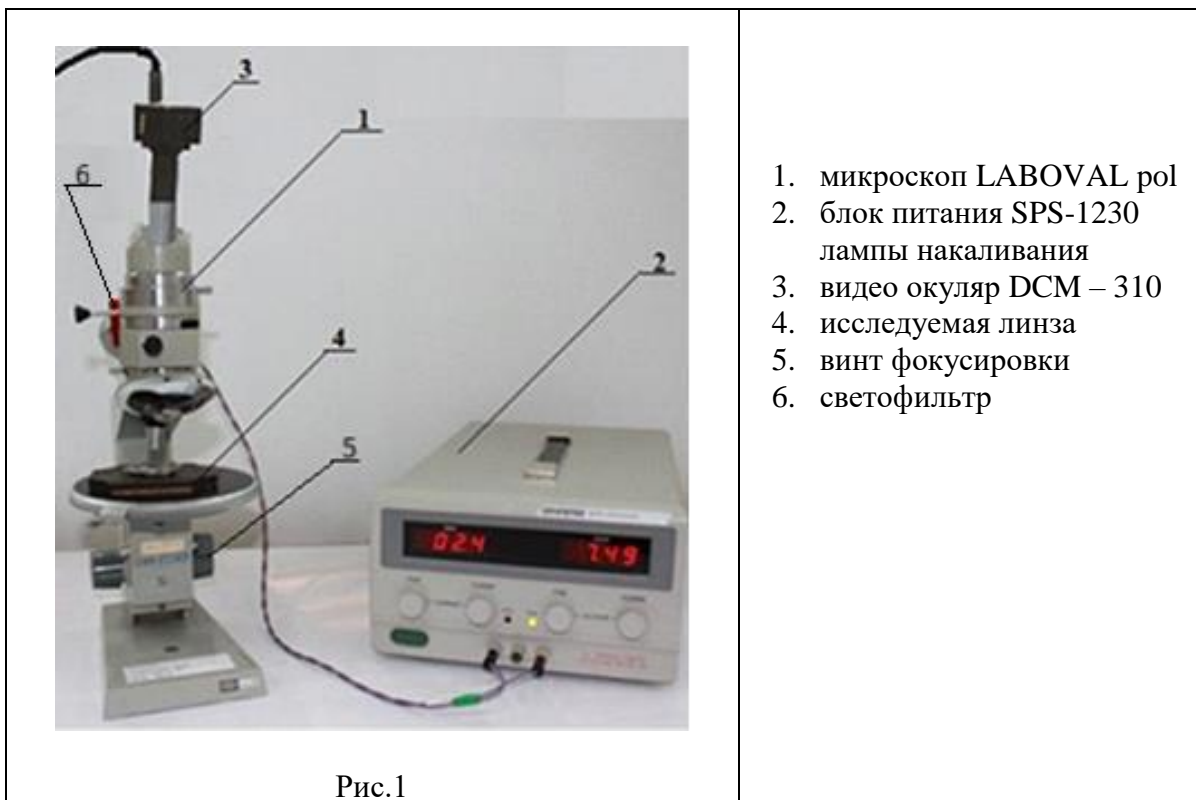


## Лабораторная работа 1-3

### Измерение радиуса кривизны линзы при помощи колец Ньютона.

*Приборы и принадлежности:* поляризационный микроскоп LABOVAL pol, объектомикрометр, исследуемая линза, светофильтр  $\lambda = 750\text{нм}$ , видео окуляр DCM – 310, блок питания SPS-1230, ПК.

#### Описание установки.



Наблюдение и измерения колец Ньютона выполняются с помощью микроскопа (рис.1). На предметный столик помещается держатель с пластинкой из черного стекла. К пластинке при помощи трех винтов и пружинного кольца прижимается исследуемая линза 4. В оптической трубе микроскопа расположено устройство для освещения объекта при работе в отраженном свете - полупрозрачная стеклянная пластина, наклоненная под углом  $45^{\circ}$  к оптической оси микроскопа. Свет от источника, пройдя светофильтр, частично отражается от полупрозрачной стеклянной пластины, проходит через объектив микроскопа и попадает на исследуемый объект. Лучи, отраженные от линзы 4 и пластинки, наблюдаются видео окуляром 3. В поле зрения видео окуляра видны чередующиеся светлые и темные кольца. Наведение на резкость изображения производится винтом 5. Для определения радиуса кривизны линзы измеряют несколько пар радиусов  $r_m$  и  $r_n$  светлых (темных) колец. Длина волны  $\lambda$  считается известной. По формуле 
$$R = \frac{r_m^2 - r_n^2}{(m - n)\lambda}$$

R.

Прежде, чем приступить к измерению колец Ньютона, необходимо определить увеличение системы «микроскоп – видео окуляр», что выполняется с помощью объект – микрометра. Объект – микрометр представляет собой металлическую пластинку с отверстием в центре. В отверстие помещена стеклянная вставка с измерительной шкалой длиной **1мм** и ценой деления **0,01мм**.

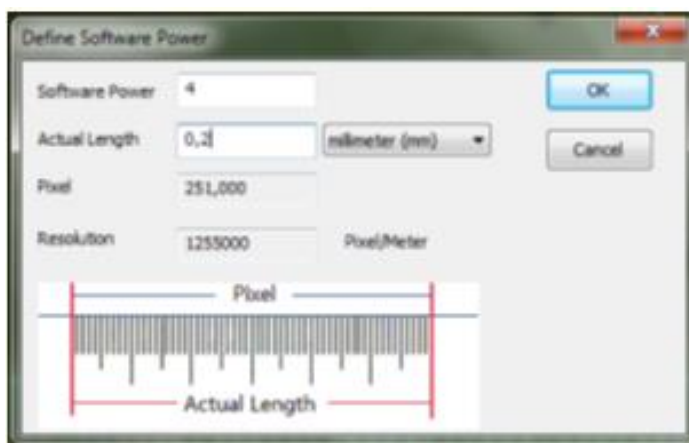
## Порядок выполнения работы и обработка результатов измерений.

1. Включить блок питания SPS-1230 кнопкой POWER. Поворачивая ручку VOLTAGE COARSE выставить рабочий режим лампы микроскопа I~2,2A; U=6B.
2. Запустить ярлык «Score Photo» на рабочем столе ПК. В открывшемся окне нажать «Score Tek DCM310»-камера включена, окно с видеоизображением открыто.
3. Положить на предметный столик микроскопа объект-микрометр так, чтобы его стеклянная вставка находилась приблизительно в центре светлого пятна отбрасываемого зрачком объектива.
4. Выбрать масштаб видеоизображения 33% или 50%.
5. Фокусируя микроскоп винтом 5 (смотри указатель на штативе), добиться появления четкого изображения микролинейки. При отсутствии изображения аккуратно переместить объект-микрометр на предметном столике так, чтобы в центре окна было изображение линейки.
6. Проверить правильность расположения микролинейки, установив на изображении «Video Marker». Нажать правой кнопкой мыши на видеоизображении, выбрать пункт «Video Marker», тип маркера «Cross» («Перекрестие»), и установить размер и координаты центра «перекрестия». Перекрестие можно переместить, изменив координаты его центра (программа принимает только нечетные значения координат).

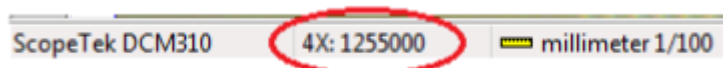


## Определение увеличения системы «микроскоп – видео окуляр».

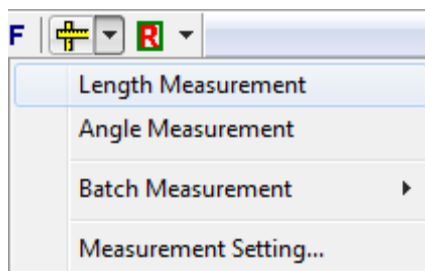
1. Установить **масштаб изображения 100%**. Выбрать пункт меню «Horizontal Line»: Совместить курсор с одним из вертикальных штрихов линейки, нажать левую кнопку мыши (начальная точка измерения), переместить курсор на любой другой вертикальный штрих (конечная точка измерения), нажать левую кнопку мыши. В появившемся окне ввести:
  - увеличение объектива микроскопа «Software Power» 4;
  - истинную длину измеренного отрезка (вычислить, зная цену деления микролинейки — 0,01 мм).



Увеличение системы будет отражено в нижней строке



2. Проверить правильность введенного масштаба. Для этого выбрать пункт меню «Length Measurement»:



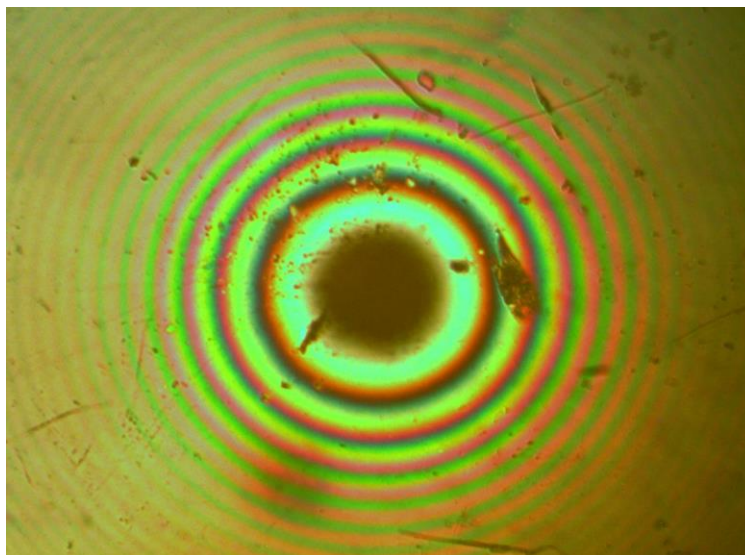
Произвести измерения и сравнить полученный результат с фактической длиной линейки - 1 мм.

Если результат окажется другой, повторить действия по калибровке.

3. Убрать перекрестие «Cross» с экрана (см. пункт б, в меню «Type» выбрать «None»).
4. Снять объект-микроскоп с предметного столика микроскопа.


### Измерение радиусов колец Ньютона

1. Положить на предметный столик микроскопа держатель с исследуемой линзой так, чтобы темное пятнышко точки соприкосновения линзы и пластинки находилось приблизительно в центре светлого пятна отбрасываемого зрачком объектива. Размер центрального темного пятнышка зависит от усилия, с которым линза прижата к пластинке. Если оно велико, следует ослабить прижимные винты держателя.
2. Фокусируя микроскоп винтом 5 (рис.1) добиться появления четких колец Ньютона в центре видео окна. В случае отсутствия картинки аккуратно переместить держатель с линзой на предметном столике.

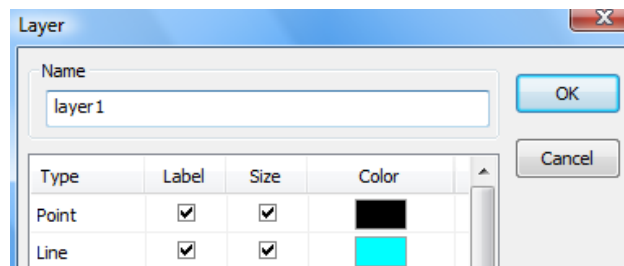


3. Поставить светофильтр в щель 6 (рис.1) и зафиксировать кольцом. В монохроматическом свете наблюдают светлые и темные кольца – слева и справа от центра располагается одинаковое число колец.

4. Сделать захват изображения, нажав кнопку  на панели инструментов. Изображение (фото) появится в новом окне. Измерения будут проводиться на этом изображении.

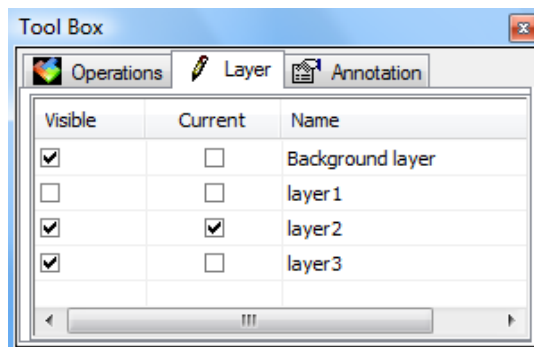
5. Закрыть окно с видеоизображением. Понизить напряжение питания лампы микроскопа. Выключить блок питания SPS-1230.
6. На панели инструментов выбрать масштаб, при котором изображение в окне видно целиком. Слева и справа от центрального тёмного пятна должно наблюдаться одинаковое число колец (8- 10 колец).
7. Нажать кнопку . Выбрать вкладку «Layer» («Слой»).

Программа работает со слоями изображения, что позволяет проводить **измерения** несколько раз независимо друг от друга, **каждый раз используя новый слой**.



8. Чтобы создать новый слой, необходимо:

- Нажать правой кнопкой мыши на поле этого окна, и выбрать строку «New...»:
- На поле Name ввести имя слоя:
- Созданный слой отобразится в окне «Tool Box».



9. Окно «Tool Box» показывает состояние слоя. Например:

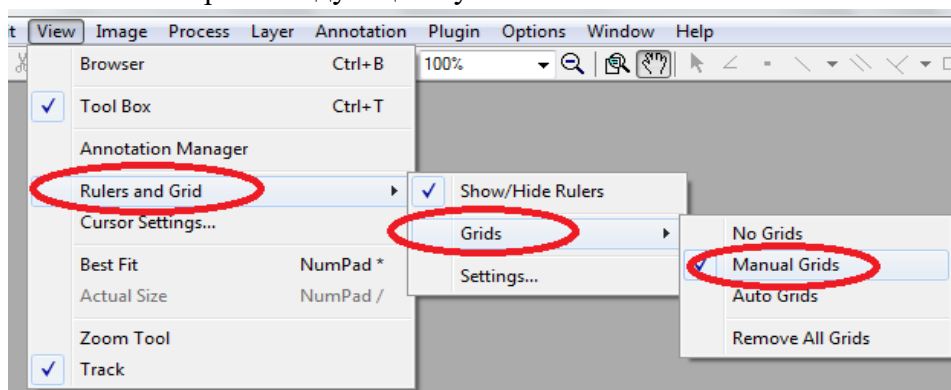
- слой «layer1» - невидимый и неактивный;
- слой «layer2» - видимый и активный (на нём можно проводить измерения);
- слой «layer3» - видимый и неактивный;
- слой «Background layer» - само изображение интерференционной картины, на нём нельзя проводить измерения и сделать его невидимым.

## 10. Примеры измерений:

### А. Измерение диаметров колец с помощью линий:

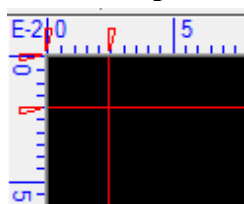
- Создать слой (см. п.7).

– Выбрать следующие пункты меню:



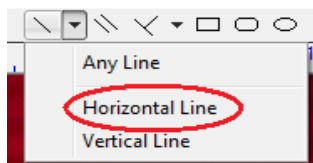
В левом верхнем углу появятся две красные метки, перемещая которые, можно создать вертикальные или горизонтальные линии на изображении.

– Пометить вертикальными линиями **середины** темных (светлых) колец.




Рассматривать максимально возможное число колец.

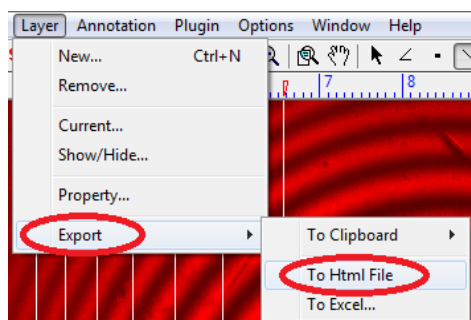
– Выбрать пункты меню:



– Измерить диаметры колец, проводя горизонтальные линии между вертикальными, обозначающими диаметры тёмных (светлых) колец. На линиях указана их длина. Измерения проводить в порядке возрастания диаметров колец.

- Для удаления неправильно проделанного измерения выбрать инструмент , выделить необходимую линию, удалить - «Delete», затем подтвердить удаление.

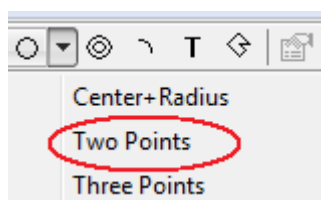
– Вывести результаты измерений в таблицу:



Layer Name	Index	Name	Center	Radius	Area	Length	Angle	Start	End
layer2	1	L1	(1074,00, 388,00)			512,00	-0,00	(1330,00, 388,00)	(818,00, 388,00)
	2	L2	(1068,00, 320,00)			716,00	-0,00	(1426,00, 320,00)	(710,00, 320,00)
	3	L3	(1066,00, 232,00)			1088,00	-0,00	(1610,00, 232,00)	(522,00, 232,00)
	4	L4	(1048,00, 182,00)			1280,00	-0,00	(1688,00, 182,00)	(408,00, 182,00)

### Б. Измерение радиусов колец с помощью окружностей:

- Создать новый слой.
- В окне «Tool Box» сделать невидимым и неактивным предыдущий слой.
- Убрать сетку, выбирая следующие пункты: View – Rulers and Grid – Grids – No Grids.
- Выбрать пункт меню «Рисование окружности по двум точкам».



- Поставить курсор на середину тёмного (светлого) кольца.
- Нарисовать окружность, совпадающую с серединой тёмного (светлого) кольца. Цифрами будет указан радиус кольца.
- Вывести результаты измерений в таблицу

Layer Name	Index	Name	Center	Radius	Area	Length	Angle	Start	End
layer3	1	C1	(528,50, 332,00)	152,21	72788,35	956,39			
	2	C2	(847,50, 415,50)	102,48	32994,58	643,91			
	3	C3	(713,50, 371,50)	122,73	47320,24	771,13			

Length Unit: millimeter, Angle Unit: radian

### В. Измерения для определения погрешности.

Поскольку дополнительные линии для выполнения измерений проводились по середине кольца, за погрешность измерений примем ширину тёмного (светлого) кольца. Измерения ширины колец произвести по вышеизложенным методам.

11. Закрыть программу, не сохраняя изображение.

12. Вычислить радиус кривизны линзы по формуле  $R = \frac{r_m^2 - r_n^2}{(m - n)\lambda}$ . Рассчитать радиус линзы

R для нескольких пар колец. Из полученных измерений взять среднее арифметическое.

13. Построить график зависимости  $r_m^2$  от номера m кольца. Наклон прямой определяется радиусом кривизны R и длиной волны света.

14. Проанализировать полученные результаты измерений радиуса кривизны плосковыпуклой линзы, оценить погрешность измерений. Формулу для вычисления погрешности определения радиуса линзы получить самостоятельно.