

# Лабораторная работа №1

Александр Козлов

Алексей Чубаров

## 1 Кольца Ньютона

### 1.1 Определение масштабного коэффициента

Для определения масштабный коэффициент определим сколько пикселей в одном миллиметре. Будем работать со шкалой, представленной на рисунке 1. В 12 сверху строке пиксе-

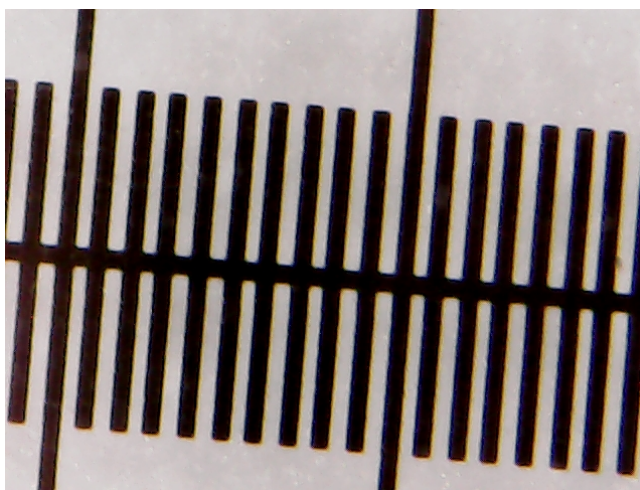


Рис. 1: Нониусная шкала калибратора. Между двумя соседними маленькими отметками лежит одна десятая часть миллиметра. Ось шкалы находится под углом  $5^\circ$  к горизонту.

лей имеется картина интенсивностей, изображённая на рисунке 2, откуда можно определить расстояние между двумя большими чёрными параллельными полосами. Результаты таких измерений занесены в таблицу 1. Точность определения положений примем равной 10 пикселям (так как ширина углублений на графиках интенсивностей составляет примерно 20 пикселей). Тогда точность определения расстояний составит 20 пикселей. Усреднённое по цветам расстояние между длинными черными полосами будет равно  $338 \pm 20$  пикселей.

Но стоит так же учесть наклон оси шкалы к горизонту (тут под горизонтом понимается горизонтальная ось), который составляет  $5^\circ \pm 0.25^\circ$ . Из элементарных геометрических соображений ясно, что нужно умножить определённое ранее расстояние на косинус угла наклона. Тогда получим, что правильное расстояние между двумя длинными полосами составляет  $333 \pm 20$  пикселей. Здесь для вычисления погрешности использовалась формула

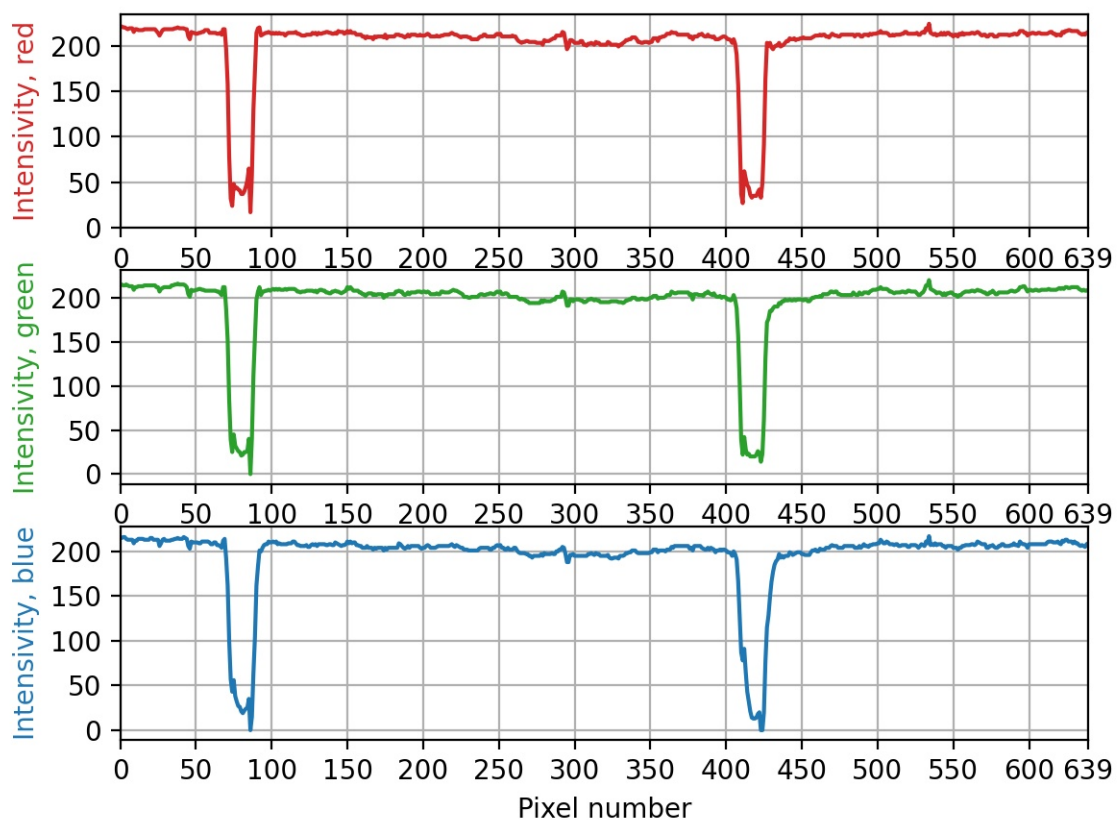


Рис. 2: Интенсивность пикселей в 12 строке сверху изображения 1.

Таблица 1: Результаты измерений расстояний между черными длинными полосами для различных цветов.

Цвет	Положение левой полосы, пиксели	Положение правой полосы, пиксели	Расстояние между двумя черными полосами, пиксели
Красный	80	416	336
Зелёный	80	417	337
Синий	80	420	340

$$dl_{new} = d(l_{old} \cdot \cos \theta) = dl_{old} \cdot \cos \theta + l_{old} \cdot \sin \theta \cdot d\theta, \quad (1)$$

где угол  $\theta$  выражен в радианах. Таким образом, 1 мм соответствует  $333 \pm 20$  пикселей, значит, масштабный коэффициент будет равен

$$k = 3 \frac{\text{МКМ}}{\text{пиксель}}. \quad (2)$$

Погрешность будет равна примерно 0, ибо согласно формуле для погрешности

$$d \frac{1}{l} = \frac{dl}{l^2} = 0.12 \text{ пиксель}^{-1} \quad (3)$$

она получается мала и при округлении до значащих порядков становится равной нулю.

## 1.2 Вычисление радиуса кривизны.

Для начала найдём с учётом масштабного коэффициента значения квадратов радиуса и построим линейную аппроксимацию (см. рис 3). Затем вычислим погрешности для угловых коэффициентов в наших зависимостях. Запишем результаты данных вычислений в таблицу.

цвет	тип полос	значение углового ко- эффициента	абсолютная погрешность	относительная погрешность
красный	тёмный	0,034	0,003	0,09
	светлый	0,040	0,001	0,025
зелёный	тёмный	0,033	0,004	0,12
	светлый	0,028	0,001	0,04
синий	тёмный	0,028	0,007	0,25
	светлый	0,028	0,001	0,04

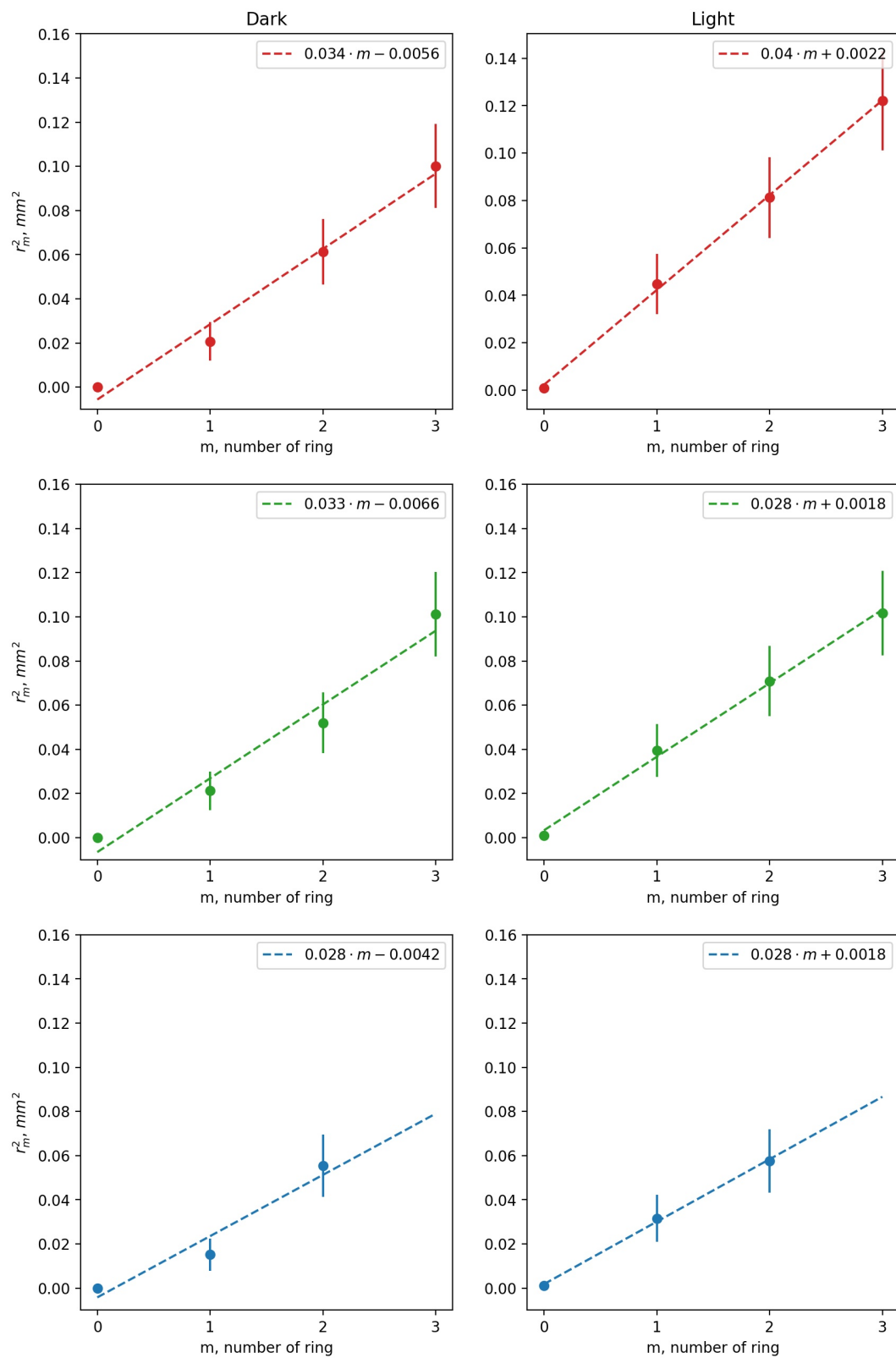


Рис. 3: Графики зависимостей  $r_m^2(m)$  для разных цветов.

Теперь вычислим по этим данным радиус кривизны воспользовавшись тем, что

$$\text{“угловой коэффициент”} = 2 \cdot R \cdot \lambda,$$

где  $R$  — радиус кривизны, который нам и нужно найти, а  $\lambda$  — длина волны света. Воспользовавшись этой формулой получим следующее

цвет	тип полос	$R$ , мм	абсолютная погрешность	относительная погрешность
красный (600 нм)	тёмный	28	3	0,09
	светлый	33,3	0,8	0,025
зелёный (550 нм)	тёмный	30	4	0,12
	светлый	25	1	0,04
синий (460 нм)	тёмный	30	8	0,25
	светлый	30	1	0,04

Таким образом радиус кривизны линзы составляет примерно 30 мм.