

---

Группа: М32021

К работе допущен: \_\_\_\_\_

Студент: Корнилов Н. В.

Работа выполнена: \_\_\_\_\_

Преподаватель: Тимофеева Э. О.

Отчёт принят: \_\_\_\_\_

---

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №4.07

---

### 1. Цель работы:

1. Изучение дифракции Фраунгофера на одной щели, на четырех щелях, на одномерной и двумерной дифракционных решетках
2. Исследование распределения интенсивности в дифракционной картине

### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

1. Получить картины дифракции Фраунгофера от различных объектов
2. Определить размеры щели
3. Определить ширину центрального дифракционного максимума
4. Определить интенсивности порядков дифракции
5. Объяснить изменение дифракционной картины при наклонном падении лучей

### 3. Рабочие формулы и исходные данные:

$$\lambda = 650 \text{ нм}$$

 $E \perp$  плоскости лицевой панели

$$L = 370 \text{ мм}$$

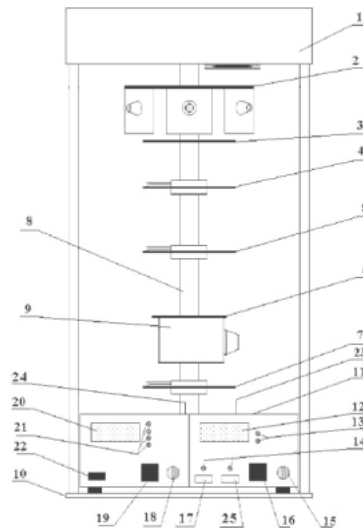
$$b = \frac{2\lambda L}{\Delta x_0}$$

$$\theta_n = \arcsin\left(\frac{n\lambda}{b}\right)$$

$$d' = d \cos(\theta)$$

$$x_k = \pm \frac{k\lambda}{d} L$$

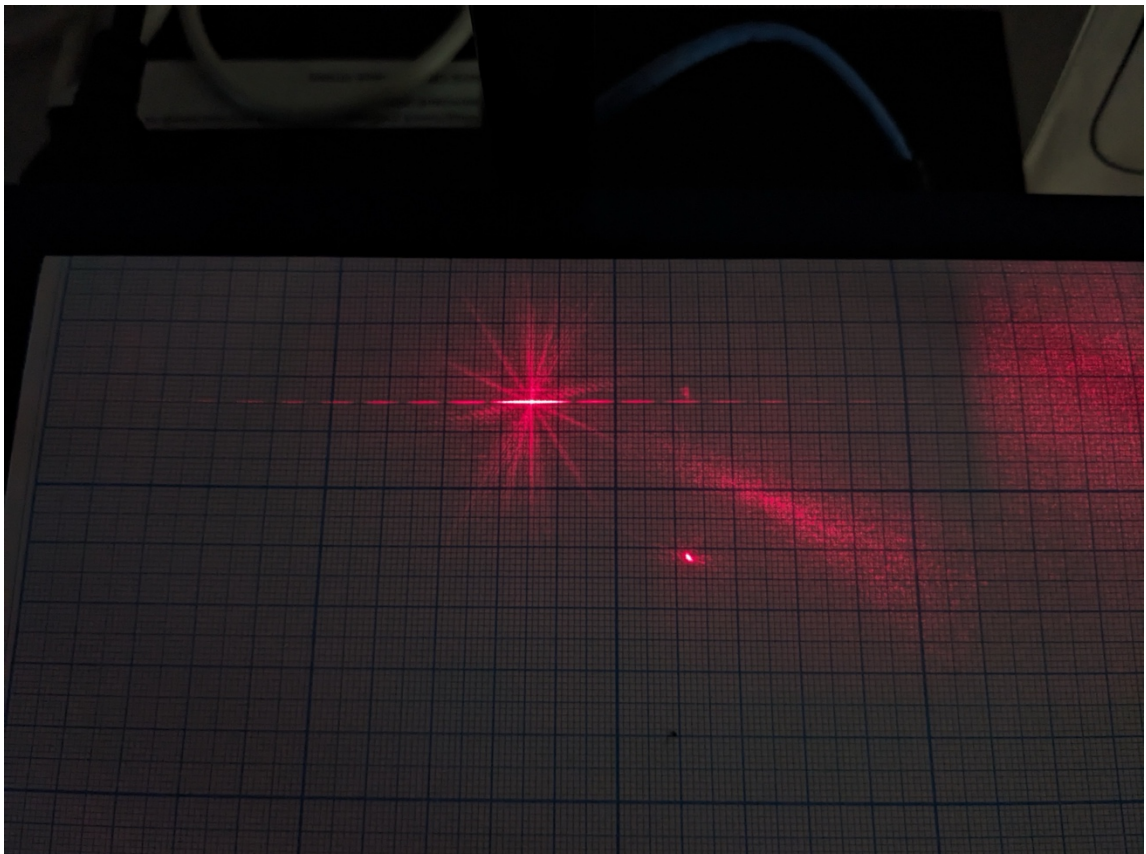
#### 4. Схема установки



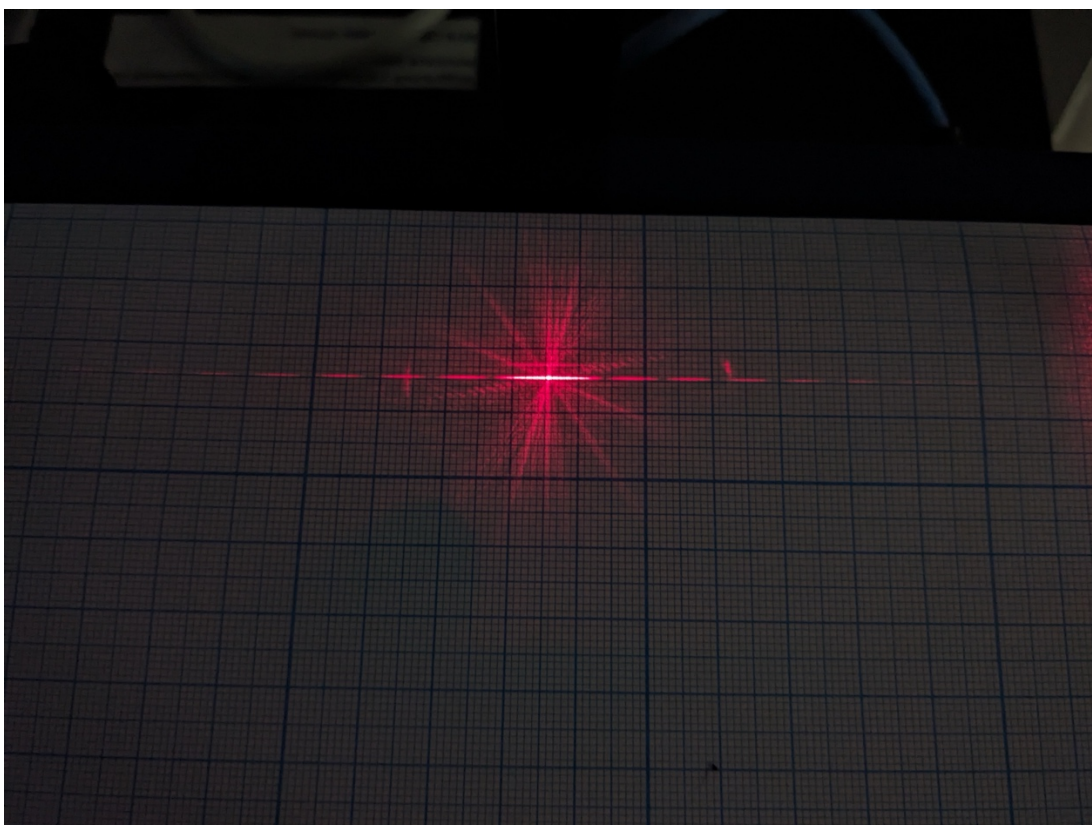
#### 5. Ход работы

Одна щель

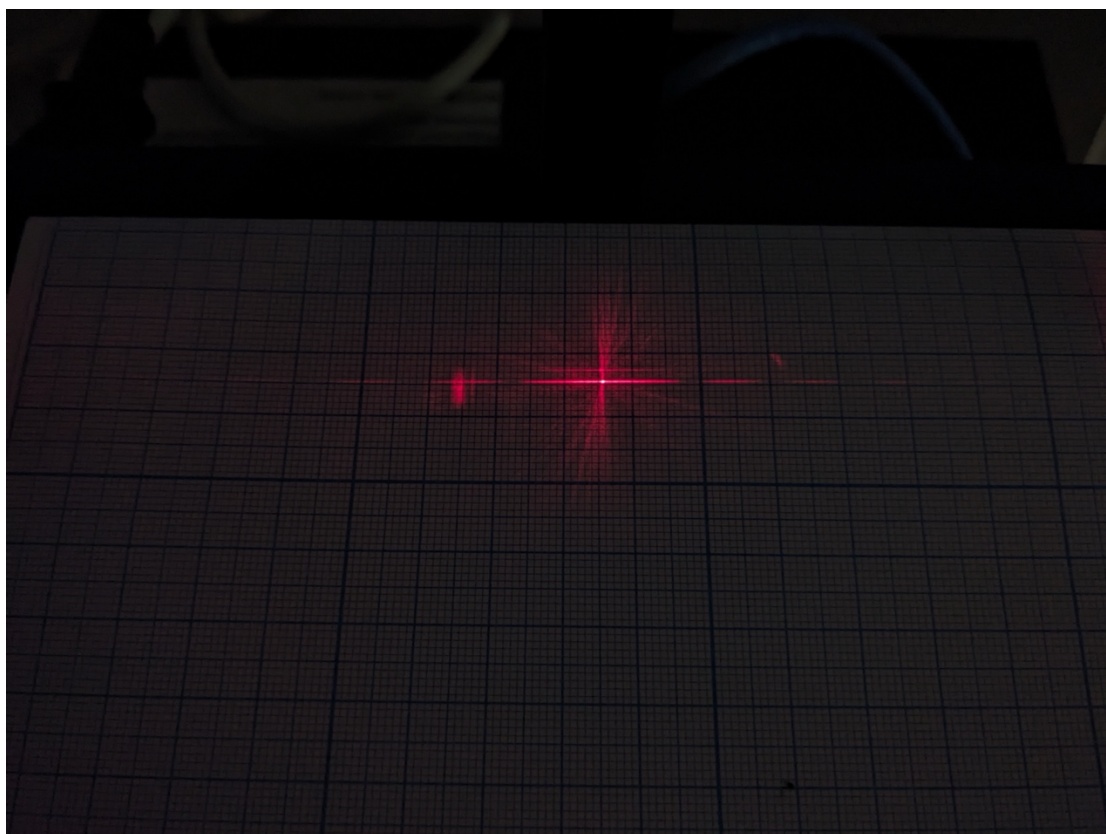
0°



30°



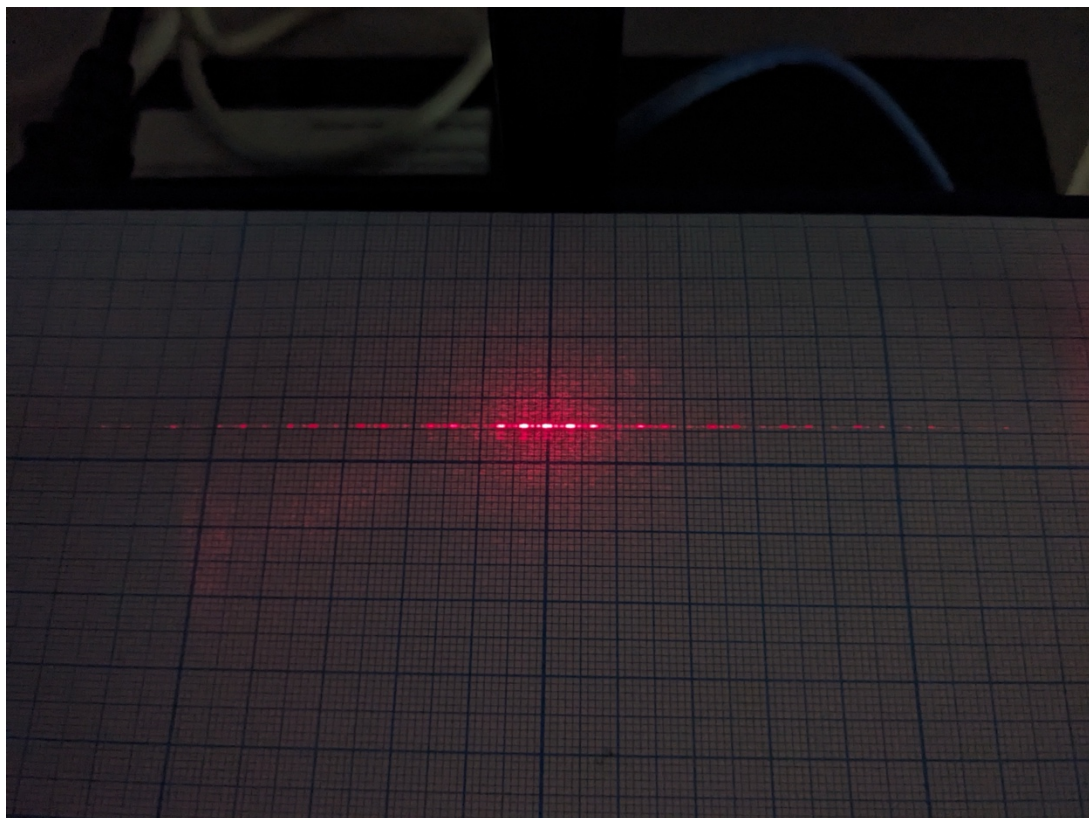
$60^\circ$



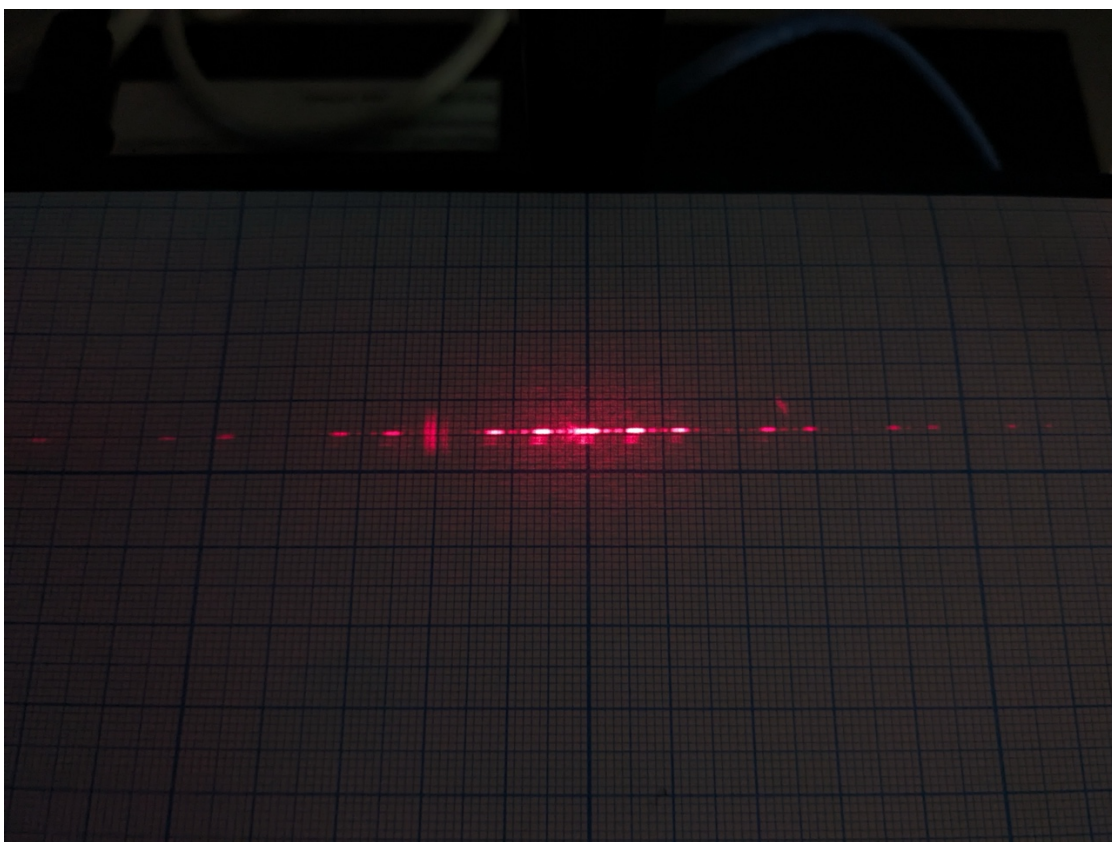
Четыре щели



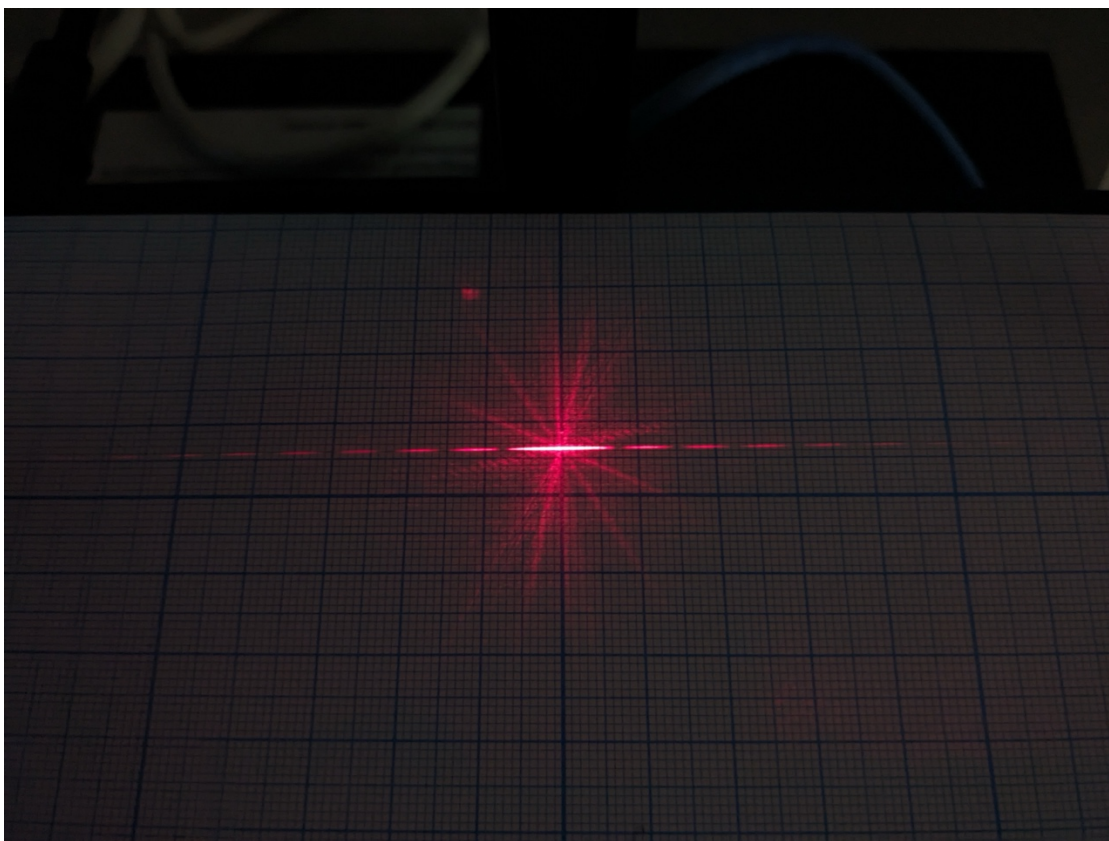
0°



30°

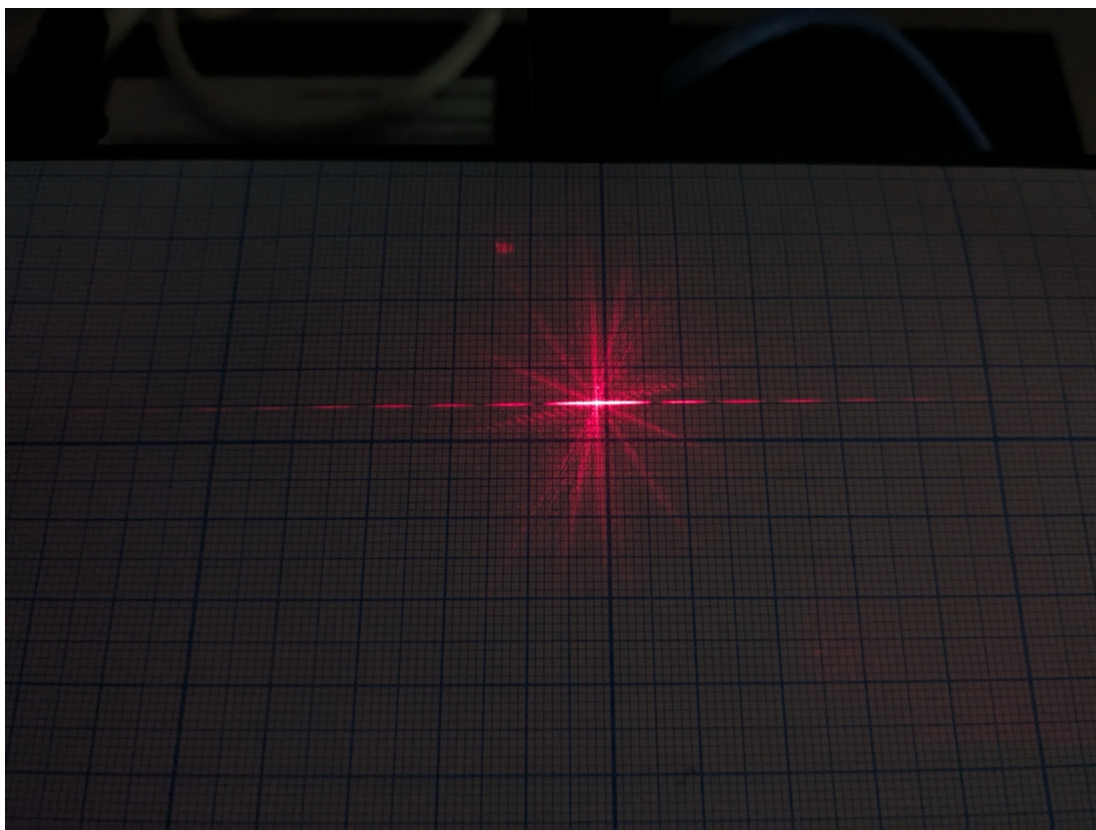


60°



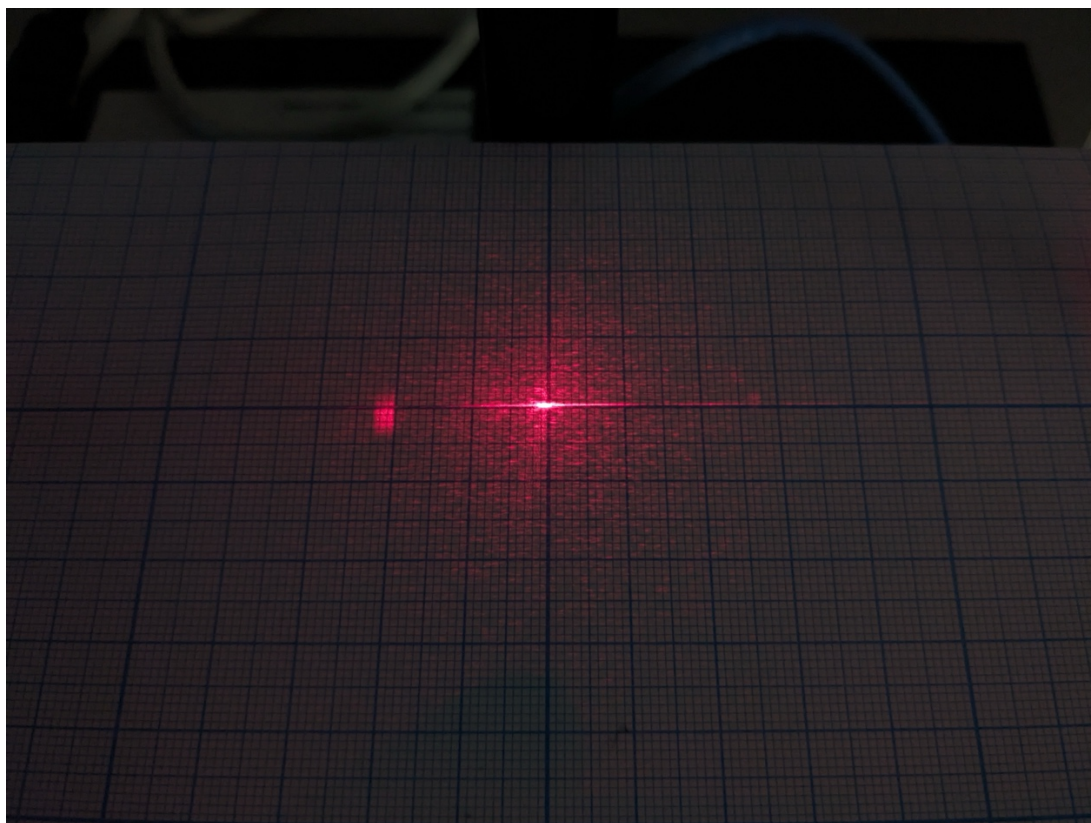
Одномерная дифракционная решетка

$0^\circ$



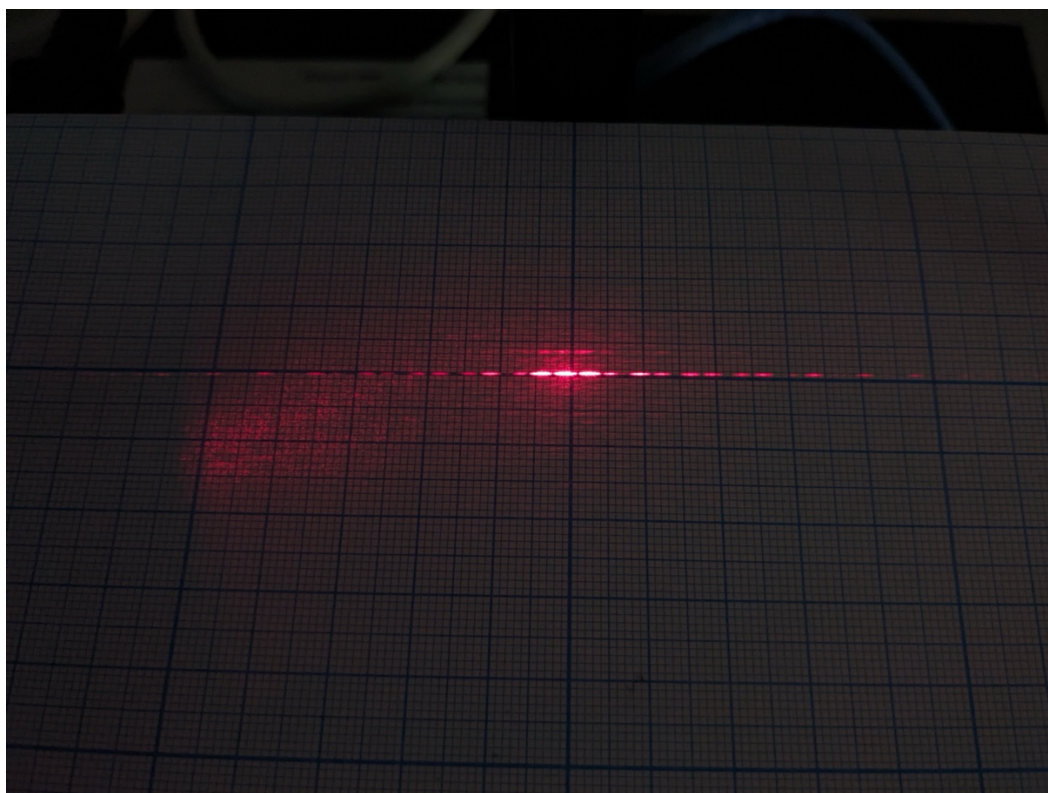
$60^\circ$



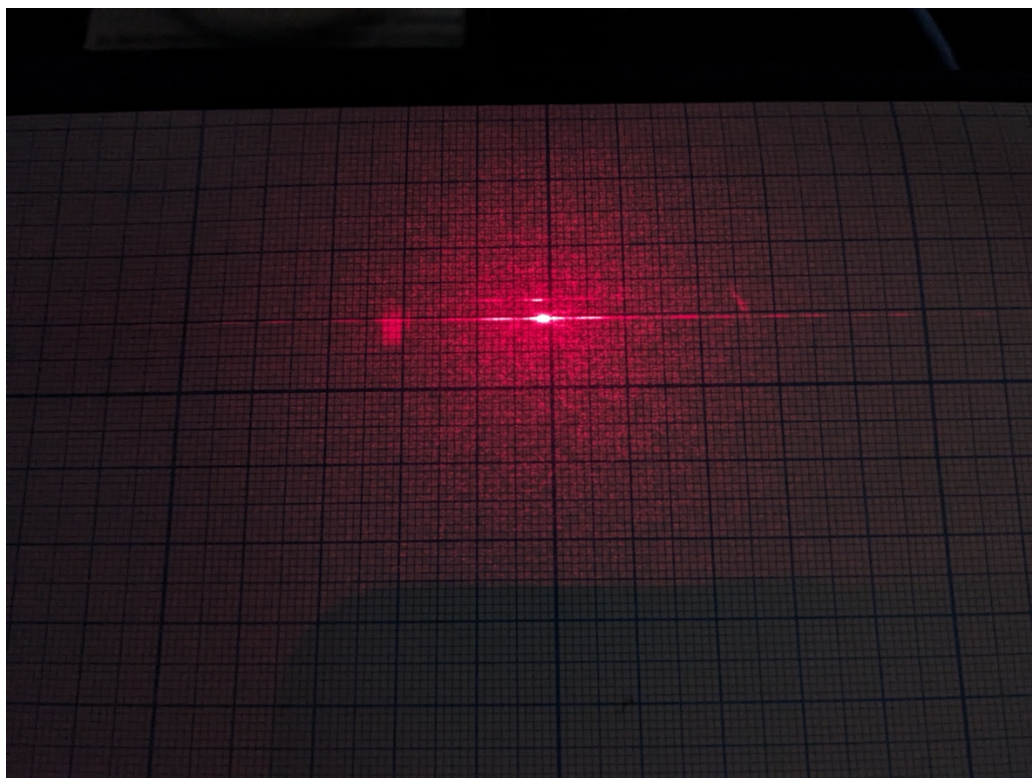


Двумерная дифракционная решетка

$0^\circ$



$60^\circ$

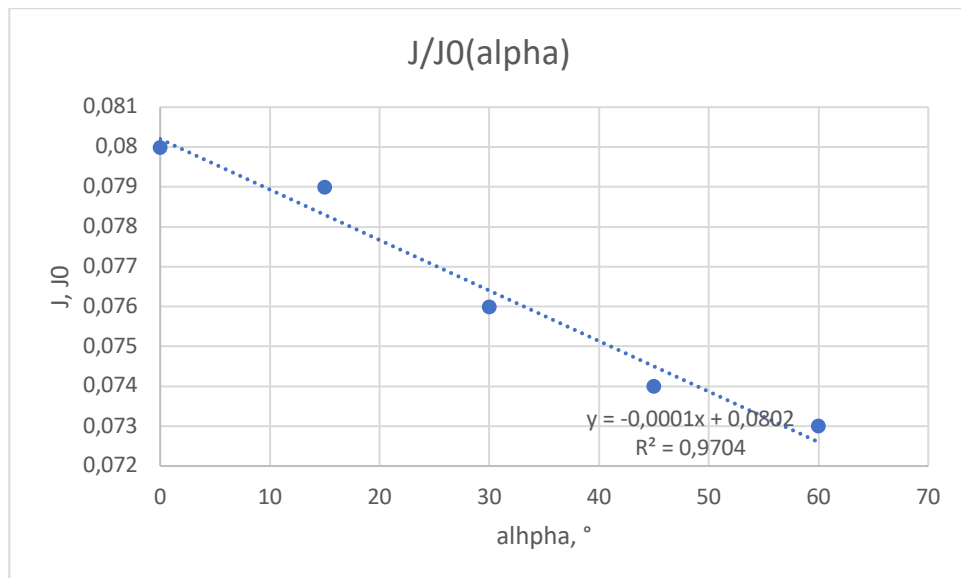


### Ширина щели

$$b = 3,006 \cdot 10^{-5}(\text{м})$$

$x_{min}$	$\theta, ^\circ$
1	1,23
2	2,47
3	3,71

$\alpha, ^\circ$	0	30	60
x1, мм	7	8	13
x2, мм	15	17	28
x3, мм	23	27	44
$J_{max}/J_0$	0,08	0,76	0,73



x1, мм	d, мм
3	0,08
7	0,03
11	0,04

С увеличением угла поворота, косинус угла уменьшается, эффективная ширина щели становится меньше, и, как следствие, дифракционная картина становится более широкой. Это означает, что максимумы будут располагаться дальше от центрального пика, и картина будет более "размазанной".

В дифракционной картине от 4-ех щелей видно 2 вторичных максимума, и 3 вторичных минимума.

Интенсивность центрального максимума на N щелях

N	I_N, кд
2	0,32
3	0,72
4	1,28

Одномерная решетка

alpha, °	d, мм
0	0,021
60	0,021

Двухмерная решетка

d1, мм	0,08
d2, мм	0,06



## 6. Выводы

В ходе данной работы были успешно получены и проанализированы картины дифракции Фраунгофера, создаваемые как одномерными, так и двумерными дифракционными решетками. Были определены размеры щелей и ширина центрального дифракционного максимума. Кроме того, были рассчитаны интенсивности различных порядков дифракции, что дало возможность оценить и сравнить яркость максимумов при разном количестве щелей. Проведено исследование изменений в дифракционной картине, вызванных наклонным падением световых лучей, что позволило показать влияние угла падения на геометрию дифракционных максимумов

## 7. Ответы на контрольные вопросы

1. **Явление дифракции** заключается в отклонении волн от прямолинейного пути распространения при встрече с препятствием или прохождении через отверстие, размеры которых сравнимы с длиной волны этих волн. В результате волны огибают препятствия, создавая характерный интерференционный узор из максимумов и минимумов интенсивности за препятствием или в открытом пространстве.
2. **Принцип Гюйгенса-Френеля** утверждает, что каждая точка среды, до которой дошло волновое возмущение, служит источником вторичных волн, а результирующее волновое поле в любой последующий момент времени представляет собой результат интерференции этих вторичных волн.
3. **Дифракция Френеля** происходит, когда расстояние от препятствия или щели до точки наблюдения сравнительно мало, и волновые фронты считаются криволинейными. **Дифракция Фраунгофера** возникает при наблюдении дифракционной картины на большом расстоянии от дифракционного объекта, когда волновые фронты можно считать плоскими, и для её наблюдения обычно требуется использование линз для фокусировки волн.
4. Дифракционные полосы трудно наблюдать при использовании **протяженного или немонохроматического источника света**, потому что различные участки протяженного источника создают разные дифракционные картины, которые накладываются друг на друга, в результате чего образец полос становится нечетким. В случае немонохроматического света, разные цвета испытывают дифракцию под разными углами, из-за чего интерференционная картина размывается.
5. Для получения **узкого параллельного пучка света** часто используют лазерный источник из-за его способности излучать когерентный свет. Также можно использовать комбинацию линз и диафрагм для коллимации света от обычного источника.
6. Чтобы получить соотношение для направления на первый минимум при дифракции на щели шириной  $b$  без вычислений, можно воспользоваться условием первого минимума в дифракционном узоре Фраунгофера:  $b \sin(\theta) = \lambda$ , где  $\lambda$  — длина волны света, а  $\theta$  — угол, под которым наблюдается минимум.
7. При наклонном падении плоской волны на щель дифракционная картина меняется. Максимумы смещаются в сторону угла падения, и эффективная ширина щели становится меньше в направлении, перпендикулярном падающей волне, что приводит к увеличению угловых размеров дифракционной картины.
8. Центральный максимум самый яркий, а интенсивность второстепенных максимумов быстро убывает с увеличением угла.

9. Изменение интерференционной картины происходит следующим образом: а) Изменение ширины щели изменяет ширину и интенсивность дифракционных максимумов — чем уже щель, тем шире центральный максимум. б) Увеличение числа щелей приводит к увеличению числа дифракционных максимумов и уменьшению их ширины, увеличивая резкость картин. в) Уменьшение расстояния между щелями приводит к увеличению углового расстояния между главными максимумами. г) Изменение ширины всех щелей, если оно одинаковое, аналогично изменению ширины одиночной щели, описанному в пункте а).
10. Согласно принципу Гюйгенса–Френеля, каждая точка волнового фронта является источником вторичных волн. При дифракции на одной щели эти вторичные волны интерферируют между собой таким образом, что для некоторых направлений разность хода между соседними волнами равна половине длины волны (плюс целое число длин волн), что приводит к деструктивной интерференции (например, путь различается на половину волны, и они гасят друг друга), в результате чего интенсивность света в этих направлениях равна нулю.