

Исследование отражения и преломления света на границе раздела двух сред

1. Цель работы

Целью работы является исследование процессов отражения и преломления электромагнитной оптической волны на границе раздела двух диэлектрических сред с различными показателями преломления.

2. Задание на лабораторную работу

Перед выполнением работы должны быть изучены основные принципы распространения плоской электромагнитной волны, падающей на границу раздела двух сред [1, стр.62-77, 2, стр.54-62].

Перед включением аппаратуры необходимо изучить описание лабораторной установки.

В процессе выполнения лабораторной работы производится:

- изучение принципов прохождения света через границу раздела двух сред;
- изучение состава лабораторного оборудования;
- измерение зависимости интенсивности отраженного излучения от угла падения света на границу раздела двух сред для различных поляризаций падающего излучения;
- измерение угла Брюстера;
- измерение угла полного внутреннего отражения.

3. Описание лабораторной установки

Оптическая схема установки (рис.1) собрана на гониометре ГО-5-М. Автоколлиматор (5) и He-Ne лазер (1) закреплены жестко и соосно. Излучение лазера падает на призму (3), расположенную на поворотном столике. Отсчет углов поворота призмы относительно луча лазера производится с помощью нижнего окуляра гониометра (5). Отраженный от поверхности призмы луч лазера попадает на фотоприемник (6), который может свободно перемещаться по кольцевой направляющей (4). Сигнал фотоприемника попадает на цифровой вольтметр (7). Поляризация излучения лазера может изменяться поворотом поляризатора (3), закрепленного на переднем торце трубки лазера. Направление вектора поляризации указано стрелкой на обойме поляризатора.

4. Методические указания к выполнению работы

4.1. Если на границу раздела двух однородных сред с разными показателями преломления n_1 и n_2 падает плоская электромагнитная волна, она разделяется на две волны: проходящую во вторую среду и отраженную. Углы падения θ_1 и преломления θ_2 связаны соотношением, известным как закон Снеллиуса:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2.$$

Зависимости амплитудных коэффициентов отражения r и пропускания t от углов падения θ_i и преломления θ_t описываются формулами Френеля для волн с различной поляризацией (ТМ и ТЕ):

$$r_{TE} = \frac{\cos \theta_i - \eta \cos \theta_t}{\cos \theta_i + \eta \cos \theta_t}, \quad \eta = \frac{n_2}{n_1}$$

$$t_{TE} = \frac{2 \cos \theta_i}{\cos \theta_i + \eta \cos \theta_t},$$

$$r_{TM} = \frac{\cos \theta_i - \eta \cos \theta_t}{\cos \theta_i + \eta \cos \theta_t}, \quad (1)$$

$$t_{TM} = \frac{2 \cos \theta_i}{\cos \theta_i + \eta \cos \theta_t}$$

Анализируя эти формулы, можно остановиться на некоторых интересных моментах.

Полное внутреннее отражение. При отражении волны от поверхности оптически менее плотной среды $n_2 < n_1$, обнаруживается предельный угол падения θ_c , при котором $\sin \theta_2 = 1$, $\sin \theta_c = n_2 / n_1$ и $|r| = 1$. Если $\theta_1 > \theta_c$, то весь падающий свет отражается обратно в первую среду, т.е. происходит полное внутреннее отражение.

Угол Брюстера. Для волны ТМ (т.е. для плоской электромагнитной волны, вектор напряженности электрического поля которой лежит в плоскости падения) существует особый угол падения θ_B (угол Брюстера), при котором коэффициент отражения равен нулю.

В лабораторной работе предлагается исследовать зависимость интенсивности излучения, отраженного от границы раздела двух сред, от угла падения света, и измерить угол Брюстера и угол полного внутреннего отражения. Угол Брюстера измеряется непосредственно по минимуму зависимости интенсивности отраженного света от угла падения луча лазера на гипотенузную грань призмы (рис 5).

Угол полного внутреннего отражения определяется путем наблюдения преломленного луча на гипотенузной грани призмы при прохождении луча через границу призма-воздух (рис.3). Когда преломленный луч распространяется по касательной к гипотенузной грани призмы, угол падения луча на эту грань изнутри призмы равен критическому.

Пусть свет падает на призму под углом θ_1 , тогда

$$\sin \theta_1 = n_p \sin \theta_2 \quad (2)$$

Если на гипотенузной грани происходит полное внутреннее отражение, то можно записать

$$n_p \sin \theta_c = 1 \quad (3)$$

при этом

$$\theta_2 = 45^\circ - \theta_c \quad (4)$$

Измерив θ_1 и пользуясь формулами 2, 3, 4 можно рассчитать θ_c и n_p .

4.2. Ознакомиться с описанием лабораторной установки.

4.3. Измерить исходную интенсивность излучения лазера в каждой из поляризаций. Для этого повернуть столик гониометра так, чтобы луч лазера проходил мимо призмы, параллельно ее гипотенузной грани (рис.2). Наблюдать световое пятно в центре кольцевой направляющей фотоприёмника. Передвинуть фотоприёмник по направляющей таким образом, чтобы пятно излучения точно попадало в центр кристалла фотодиода. Измерить и записать ток фотодиода (ток фотодиода пропорционален мощности излучения $P_{изл}$):

$$I_{фд} = S P_{изл}, \text{ где } S - \text{чувствительность фотодиода.}$$

Изменить поляризацию (повернув поляризатор на 90°) и повторить измерения.

Проверить угловое положение призмы относительно системы отсчета гониометра. Для этого, поворачивая платформу с призмой, установить гипотенузную грань призмы перпендикулярно лучу лазера (при этом отражённый от поверхности призмы луч вернётся в отверстие излучающей апертуры лазера). При этом ось автоколлиматора будет точно перпендикулярна грани призмы. В нижнем (измерительном) окуляре (5) при этом отсчет углов даст значение 0° .

4.4. Измерить угол Брюстера.

Для этого:

- установить стрелку на поляроиде (9) лазера горизонтально (ТМ- волна);
- поворачивать столик с призмой против часовой стрелки от положения $\theta_1 = 10^\circ$ и, передвигая фотоприемник, соответственно перемещению отраженного луча, снять зависимость интенсивности отраженного излучения от угла поворота призмы;
- повернуть стрелку поляризатора на 90° (ТЕ - волна) и повторить измерения.

Измерить угол полного внутреннего отражения.

Для этого:

- установить призму в положение, изображенное на рис.3 и наблюдать луч лазера, вышедший через гипотенузную грань призмы под малым углом к ней и падающий на матовый экран - направляющую фотоприемника. Плавно поворачивая столик гониометра, зафиксировать момент, когда лазерный луч сначала пойдет по касательной к гипотенузной грани призмы, а при дальнейшем увеличении угла падения не выйдет наружу через гипотенузную грань призмы, а полностью отражается вовнутрь (ПВО). Измерить угловое положение призмы, соответствующее наступлению ПВО.

Необходимо помнить, что в измерительном окуляре (5) мы всегда измеряем угол $\theta_{\text{изм}}$ между осью автоколлиматора и перпендикуляром к гипотенузной грани призмы, т.е. на рис.3 $\theta_1 = 225^\circ - \theta_{\text{изм}}$.

Используя результаты измерений, построить экспериментальные зависимости коэффициента отражения от угла падения света на границу раздела для ТЕ – и ТМ – волн:

$$R(\theta_i) = P(\theta_i)/P_{\text{изл}} = I_{\text{фд}}(\theta_i)/I_{\text{фд}}(90^\circ), \text{ где } I_{\text{фд}}(90^\circ) - \text{ток фотодиода для полного луча лазера.}$$

По снятым зависимостям определить угол Брюстера и рассчитать угол ПВО, и показатель преломления призмы n_p .

Показатель преломления призмы рассчитывается двумя способами:

1. По измеренной величине угла Брюстера : $\text{tg } \theta_B = n_p$
2. По графику зависимостей $R(\theta_i)$: сначала определяется коэффициент отражения для малого угла падения 10° как $R(\theta_i) = P_{\text{отр}}(\theta_i)/P_{\text{изл}}$, затем по измеренному коэффициенту отражения рассчитывается показатель преломления материала призмы

$$R(10^\circ) \approx (n_p - 1)^2 / (n_p + 1)^2$$

Здесь используется тот факт, что зависимость $R(\theta_i)$ при малых углах падения идёт почти параллельно оси абсцисс (рис.5), и для коэффициента отражения можно воспользоваться приближённой формулой, строго справедливой для случая нормального падения $\theta_i = 0^\circ$.

Сравнить оба полученных значения n_p .

ПРИМЕЧАНИЕ: так как мощность излучения лазера флуктуирует (паспортная нестабильность $\pm 5\%$), рекомендуется производить несколько (5-10) измерений в каждой точке с последующим усреднением. Шаг измерения 10° , однако в окрестностях угла Брюстера рекомендуется использовать малые шаги и возможно точнее локализовать точку минимальной интенсивности.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- схему измерительной установки;
- результаты измерений и расчетов;
- графики измеренных зависимостей;
- выводы по проделанной работе.

Литература

1. Борн М., Вольф Э., - Основы оптики, Наука, М., 1970.
2. Козанне А., Флере Ж., - Оптика и связь - Мир, М., 1984.

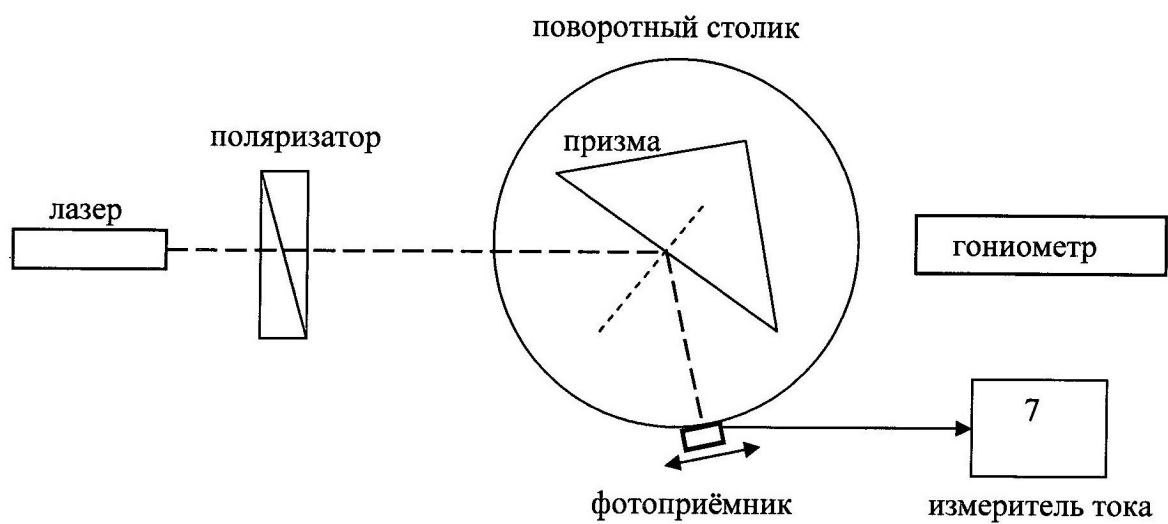


Рис.1 Схема лабораторной установки.

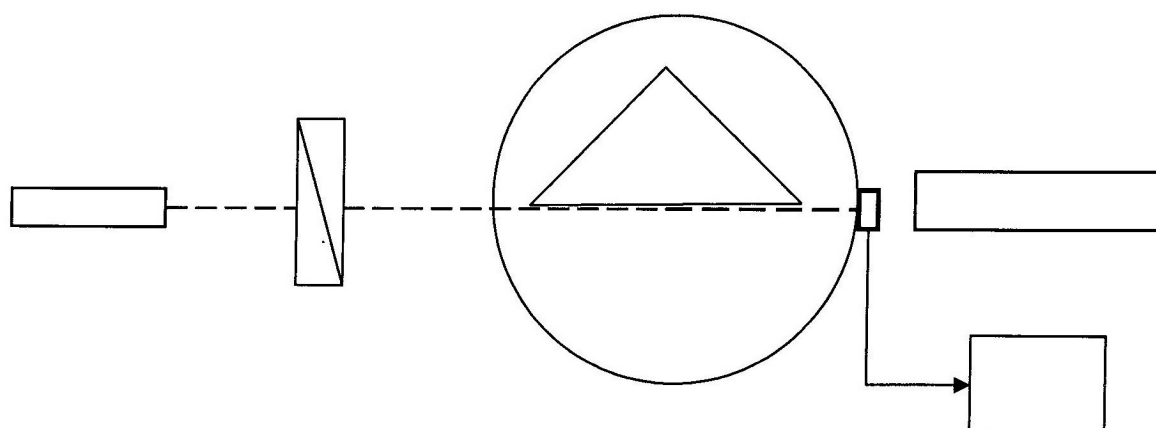


Рис.2 Схема измерения мощности падающего излучения $P_{\text{изл}}$.
Луч скользит вдоль призмы, не касаясь её гипотенузной грани.

Рис.3 Ход лучей в призме при измерении критического угла ПВО.
(При наступлении ПВО преломлённый луч должен идти по касательной к гипотенузной грани призмы).

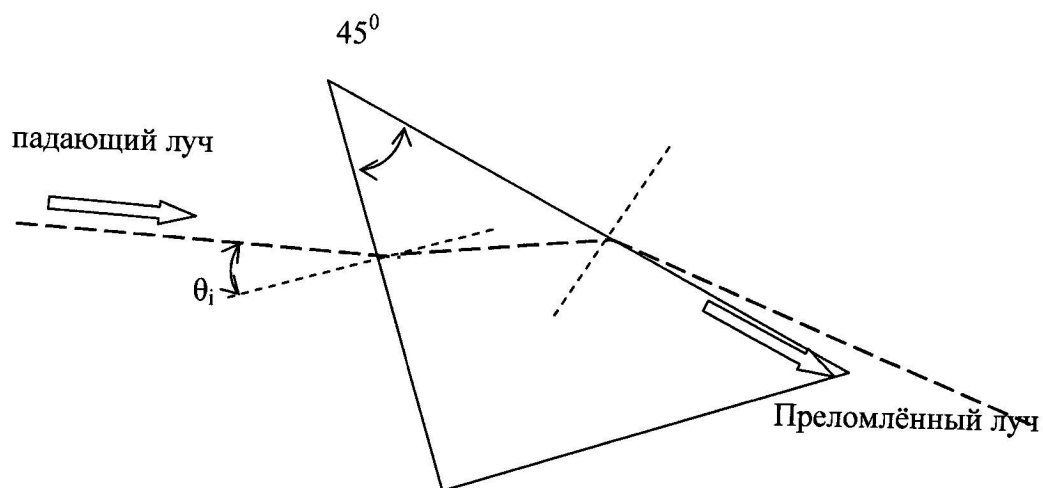
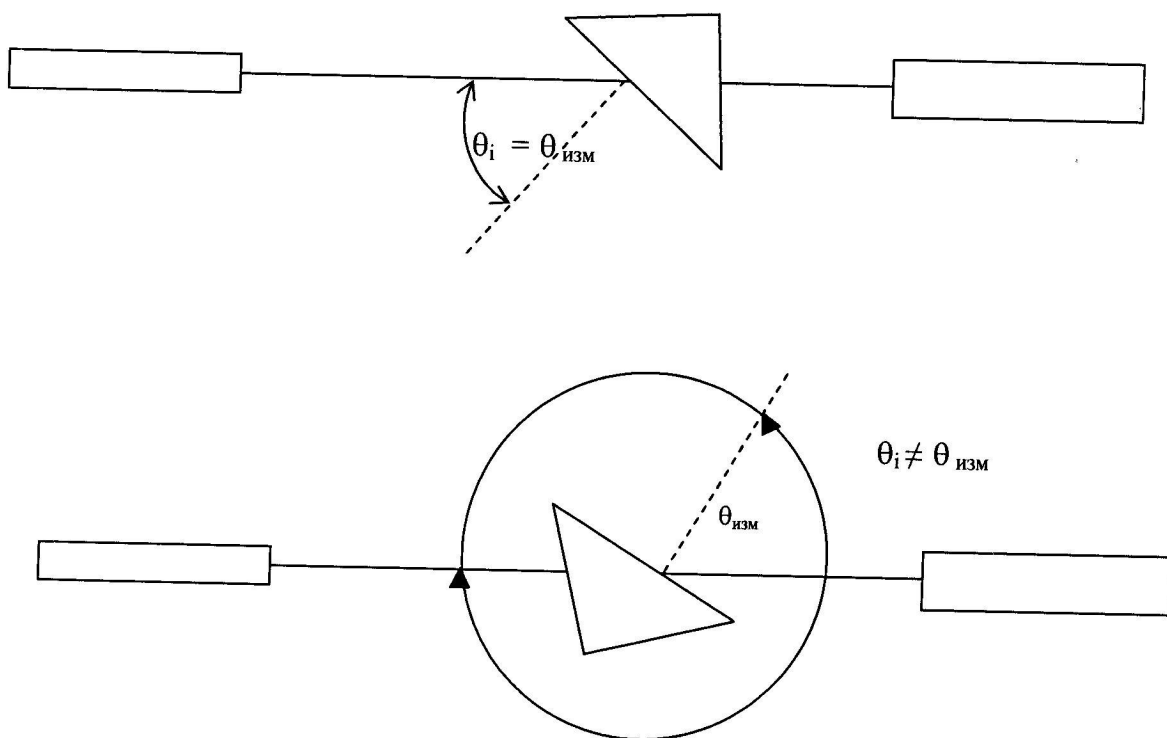


Рис.4 Угол, измеряемый гониометром – между осью гониометра и перпендикуляром к гипотенузной грани призмы.



Определение фокусных расстояний собирающих и рассеивающих линз

Цель – расчёт фокусных расстояний линз различных форм.

Практическая часть.

Установите источник света (лазер) на рабочую поверхность. Поместите оптические линзы как показано на рисунках (Рисунок 3.30 –Рисунок 3.38).

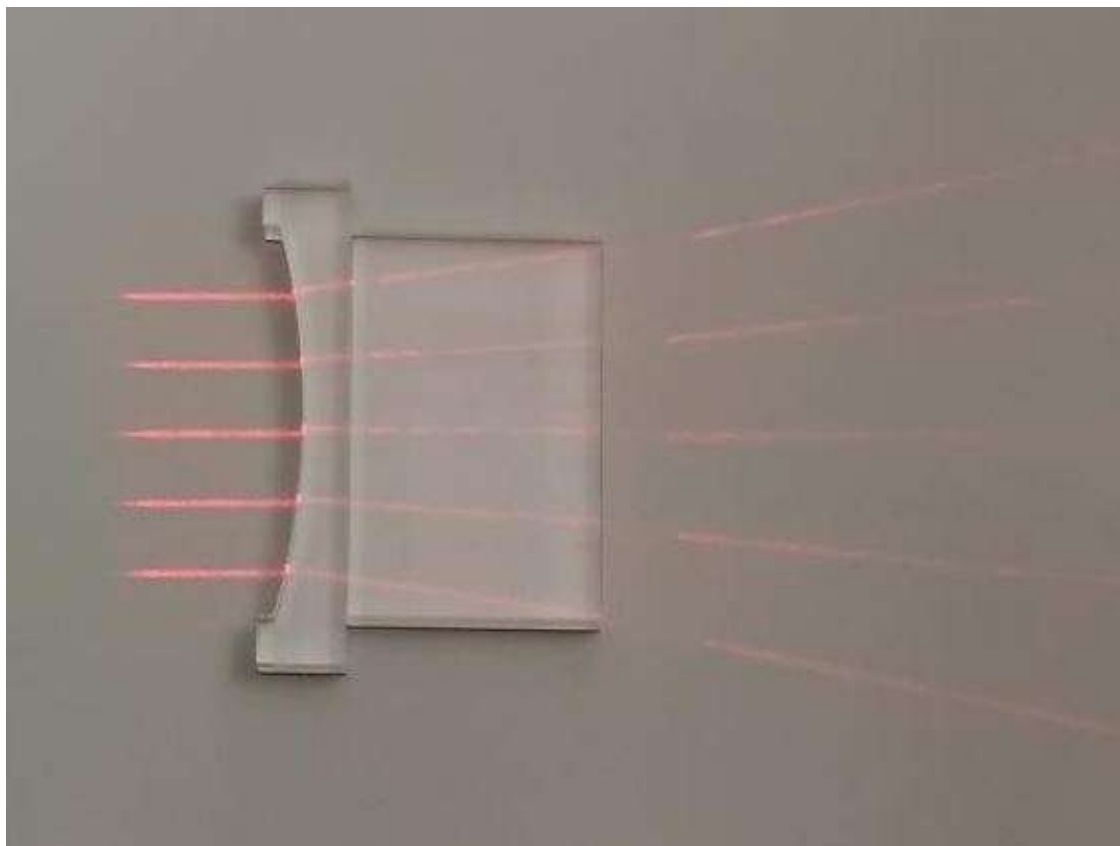


Рисунок 3.30 Модель линзовой системы

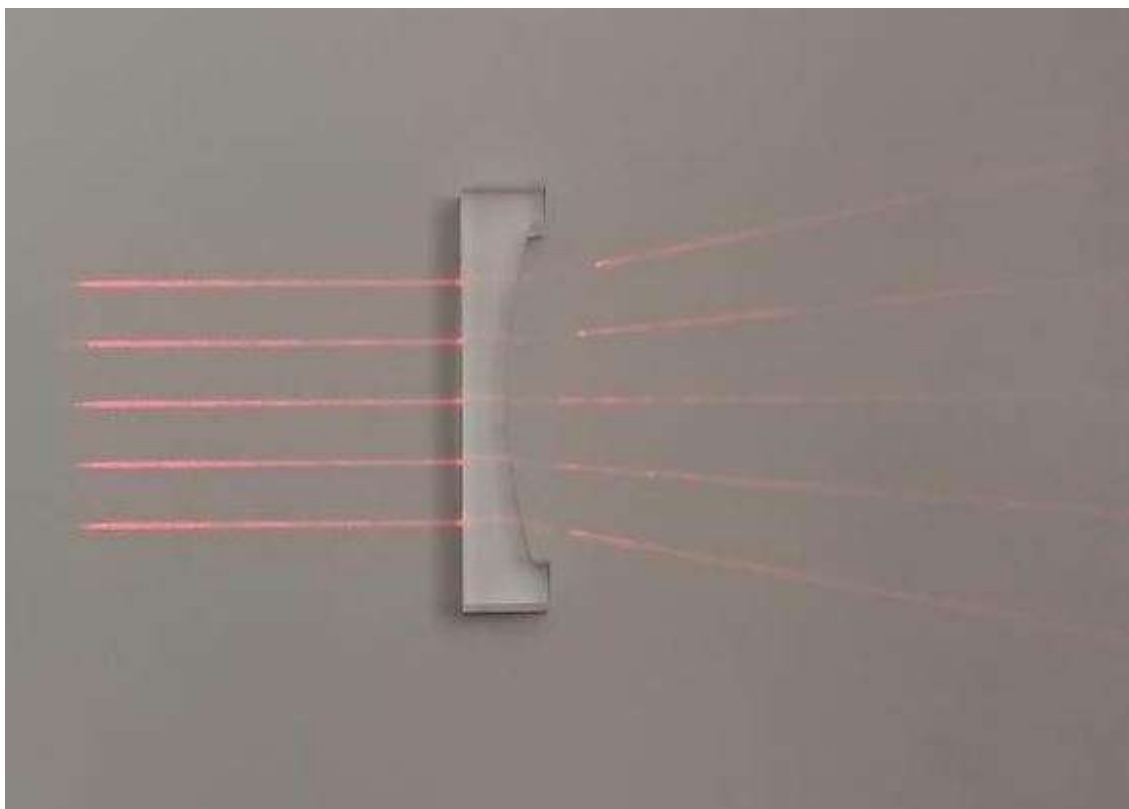


Рисунок 3.31 Модель линзовой системы

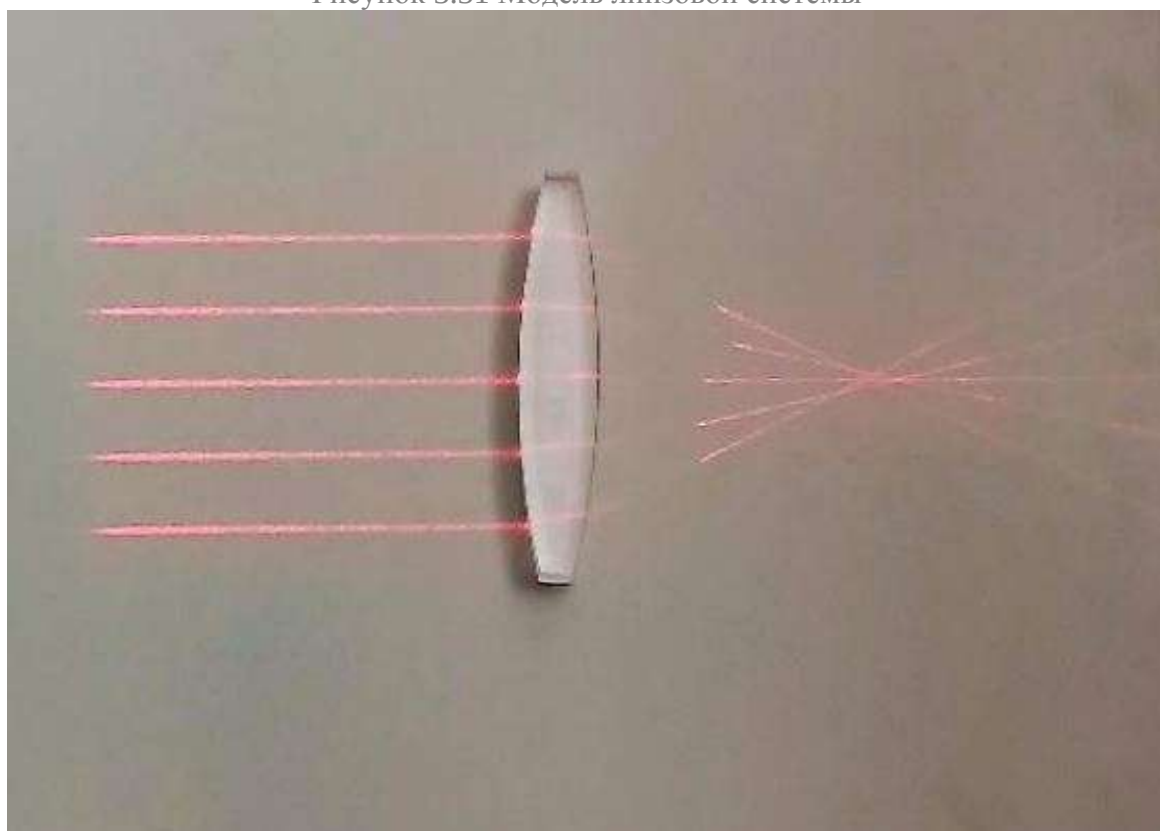


Рисунок 3.32 Модель линзовой системы

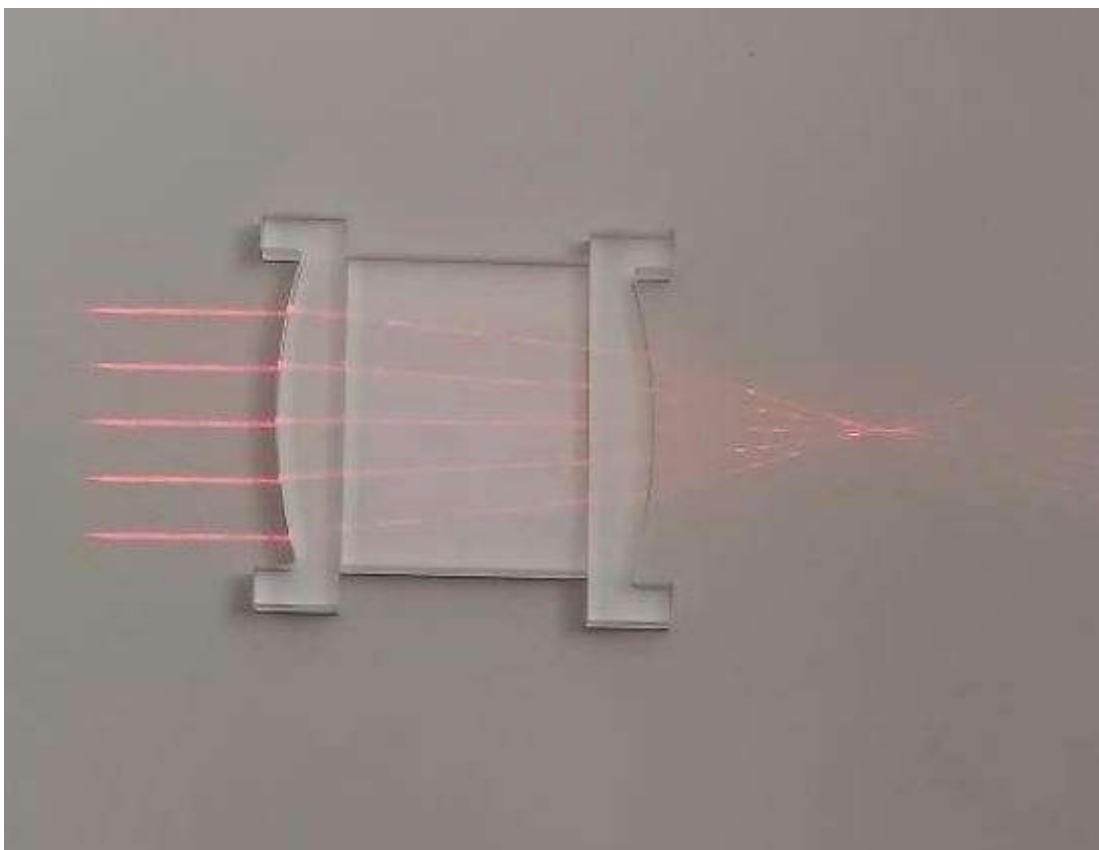


Рисунок 3.33 Модель линзовой системы

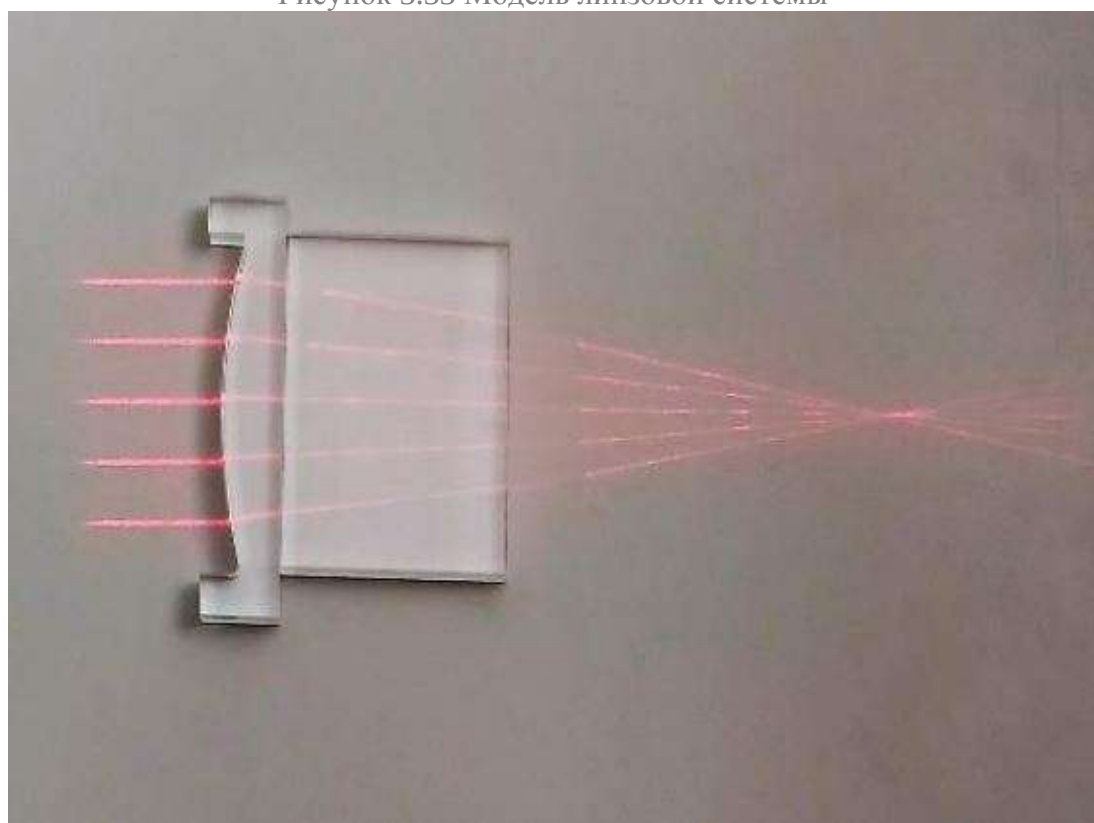


Рисунок 3.34 Модель линзовой системы

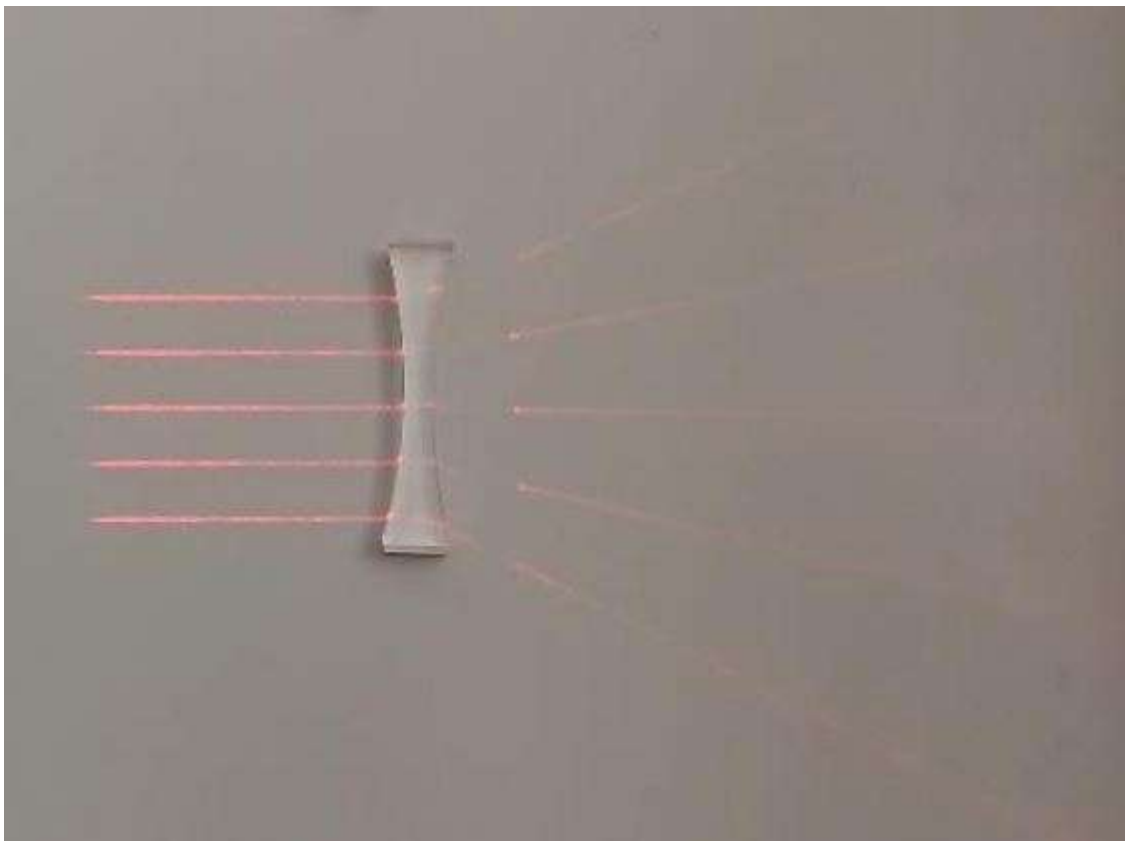


Рисунок 3.35 Модель линзовой системы

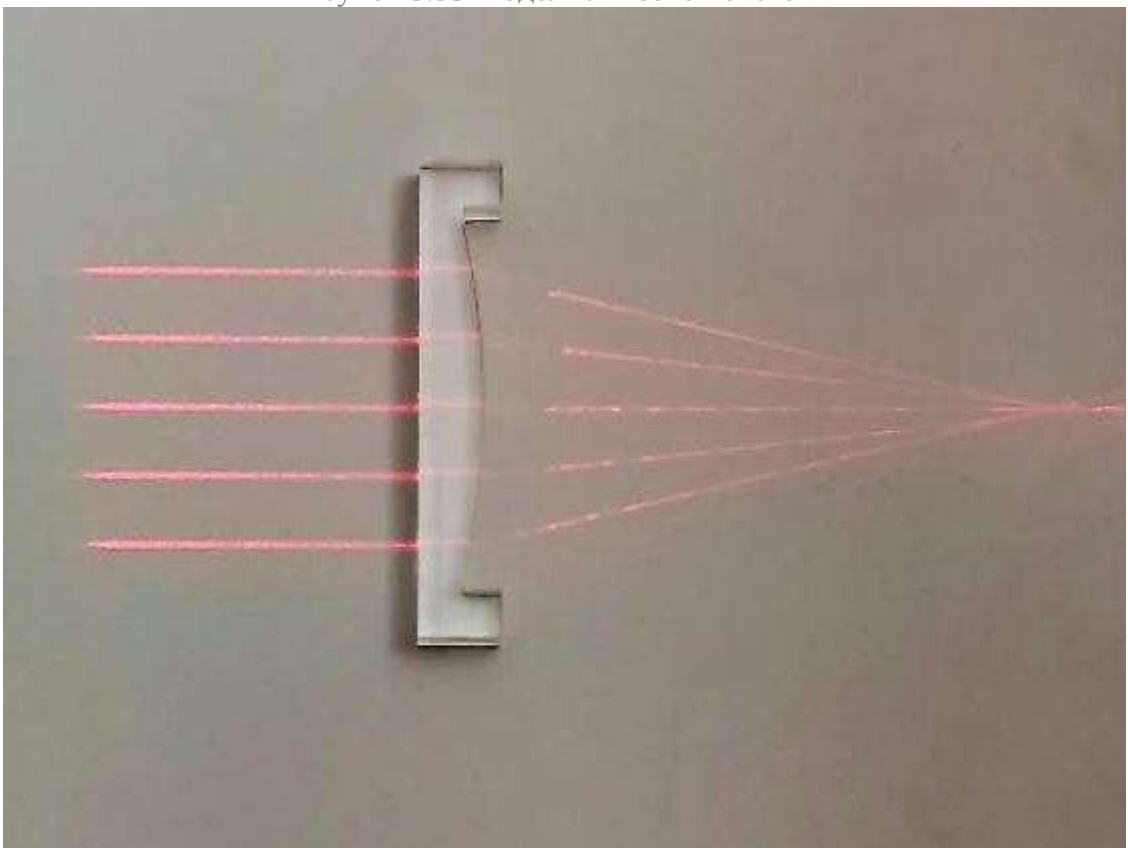


Рисунок 3.36 Модель линзовой системы

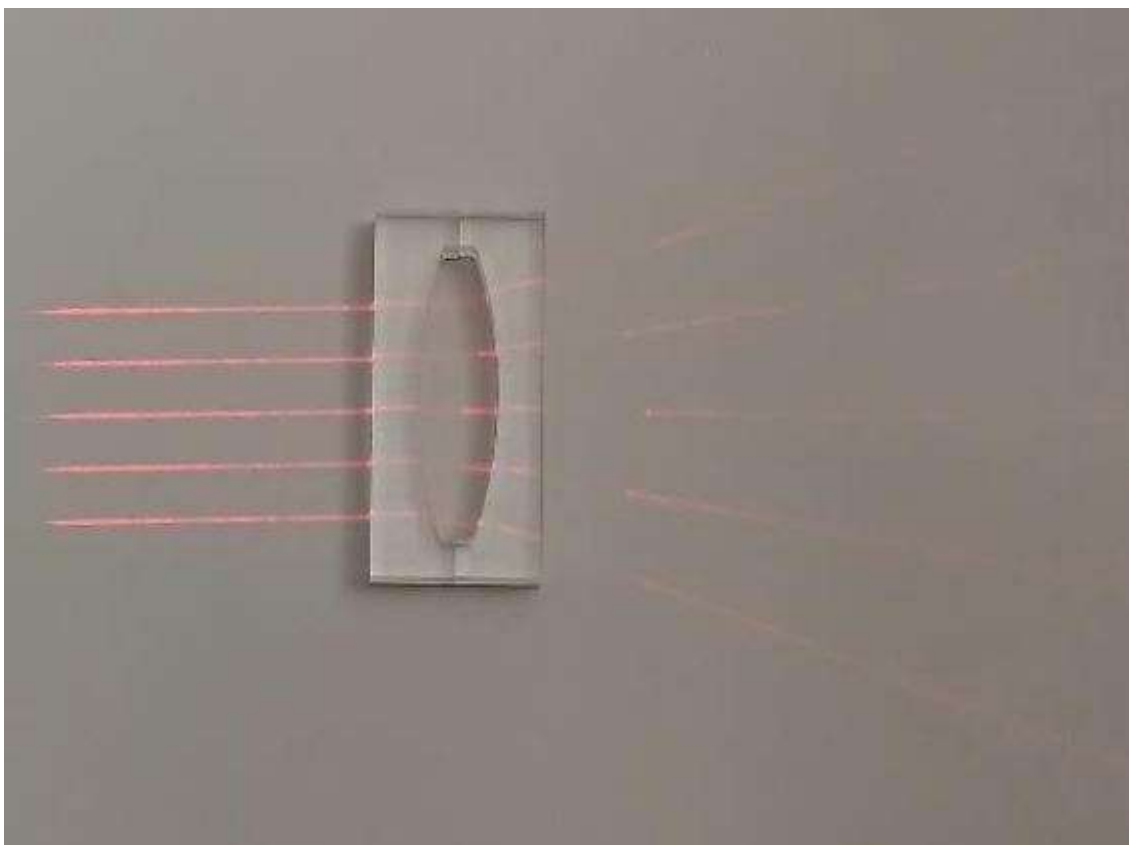


Рисунок 3.37 Модель линзовой системы

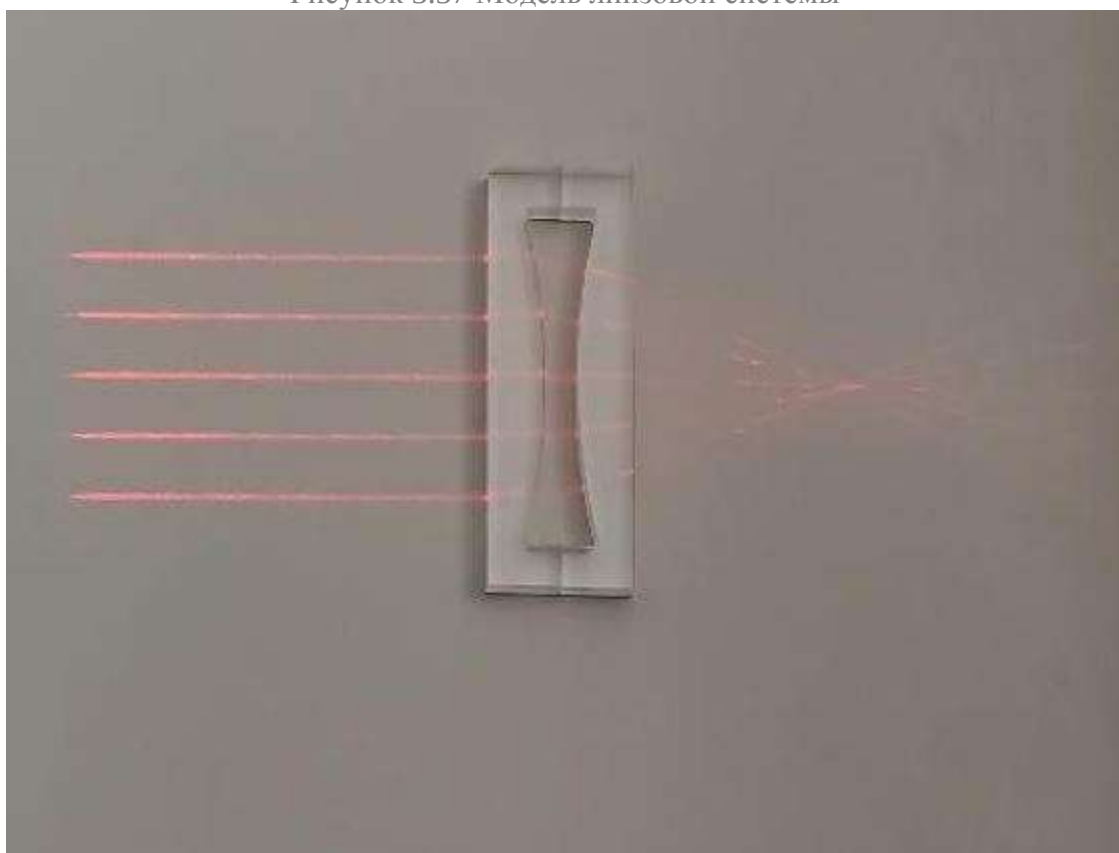


Рисунок 3.38 Модель линзовой системы

Измерьте расстояния d и f . Рассчитайте значения фокусных расстояний линз:

$$F = \frac{d \cdot f}{d \pm f}. \quad (3.24)$$

В данной формуле знак (+) соответствует собирающим линзам, а знак (-) – рассеивающим линзам.

Сделайте вывод о проделанной работе.

Лабораторная работа 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОПУСКАЮЩЕЙ И ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК

Цель работы

Ознакомиться с конструкциями дифракционных решеток, изучить роль, которую играют дифракционные решетки в работе оптических приборов, научиться измерять углы дифракции света и рассчитывать основные характеристики дифракционных решеток.

Общие понятия

Дифракционные решетки — это оптические устройства, обеспечивающие периодическую пространственную модуляцию падающей световой волны по амплитуде или по фазе или по амплитуде и по фазе одновременно. В соответствии с данным определением различают амплитудные дифракционные решетки, фазовые дифракционные решетки и амплитудно-фазовые решетки. По форме рабочей поверхности дифракционные решетки делят на плоские и вогнутые, а по особенностям дифракции — на пропускающие и отражательные.

В частности, пропускающая дифракционная решетка (рис. 4.1) может представлять собой совокупность строго параллельных щелей, разделенных непрозрачными промежутками.

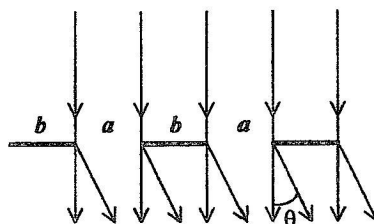


Рис. 4.1. Схема пропускающей дифракционной решетки: a — ширина щели b — величина непрозрачного промежутка $d = a + b$ — период решетки

Угол дифракции θ_m при нормальном падении света определяется длиной волны излучения — λ , периодом решетки — d и может быть рассчитан по формуле

$$\theta_m = \arcsin \frac{m\lambda}{d}, \quad (4.1)$$

где m — номер порядка дифракции $m = 0; \pm 1; \pm 2 \dots$

Отражательные дифракционные решетки могут представлять собой, в частности, совокупность штрихов — канавок, расположенных на определенном расстоянии друг от друга (рис. 4.2). Поверхность решетки металлизирована для увеличения отражения. Отражающим свет элементом служит отражающая грань. Наклон грани к общей плоскости решетки определяет угол «блеска» решетки. Использование решеток с блеском позволяет получить высокую дифракционную эффективность.

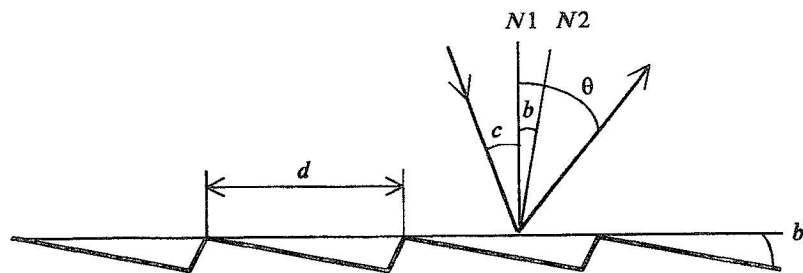


Рис. 4.2. Профиль отражательной дифракционной решетки: $N1$ — нормаль к общей поверхности решетки; $N2$ — нормаль к отражающей грани решетки; d — период решетки; c — угол падения лучей на поверхность решетки; b — угол «блеска» дифракционной решетки; θ — угол дифракции

Уравнение, описывающее дифракцию на решетке, можно записать в виде

$$m\lambda = d(\sin \theta + \sin c). \quad (4.2)$$

Для получения максимальной дифракционной эффективности должно выполняться условие

$$c + b = \theta - b. \quad (4.3)$$

Методические указания по выполнению лабораторной работы

1. Исследование амплитудной пропускающей дифракционной решетки. Для этого собрать установку (рис. 4.3). Измерить углы дифракции первого, второго и третьего порядков ($\theta_1, \theta_2, \theta_3$) для амплитудной пропускающей дифракционной решетки.

Для определения углов дифракции необходимо измерить расстояния между центрами световых пятен на экране от пучков нулевого порядка до первого, второго и третьего порядков соответственно (a_1, a_2, a_3), а также расстояние от решетки до экрана (p). Углы дифракции рассчитываются по формуле

$$\arctg \theta_m = a_m / p, \quad (4.4)$$

где $m = 1, 2, 3, \dots$

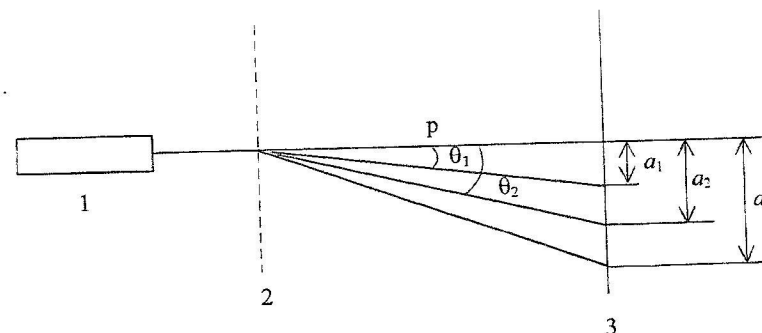


Рис. 4.3. Схема лабораторной установки для исследования пропускающей амплитудной решетки: 1 — He-Ne лазер $\lambda = 0,63$ мкм; 2 — дифракционная решетка; 3 — экран; p — расстояние от дифракционной решетки до экрана

2. Исследование отражательных фазовых решеток. Для этого собрать установку (рис. 4.4). В ходе эксперимента необходимо измерить расстояния a, f, p . Вычислить угол падения света на дифракционную решетку ($c = \beta$), угол дифракции света (θ). Провести измерения углов дифракции для всех дифракционных решеток, предложенных в лабораторной работе.

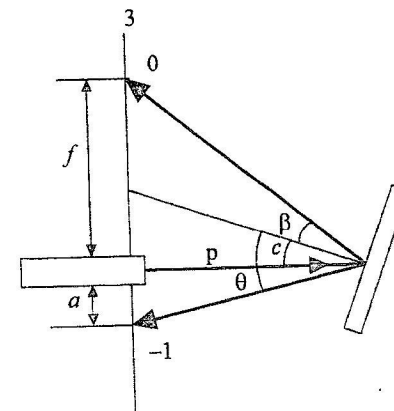


Рис. 4.4. Схема лабораторной установки для исследования отражательных фазовых дифракционных решеток: 1 — He-Ne лазер; 2 — дифракционная решетка; 3 — экран; c — угол падения света; β — угол отражения света (нулевой дифракционный порядок); θ — угол дифракции (минус первый дифракционный порядок); p — расстояние от источника до экрана; a, f — расстояния на экране до световых пятен, соответствующих минус первому и нулевому дифракционным порядкам

3. Используя полученные экспериментальные значения углов дифракции, рассчитать пространственные частоты дифракционных решеток (число штрихов на миллиметр). Сравнить экспериментальные данные со значениями, указанными в паспортных данных на дифракционные решетки.

Контрольные вопросы

1. Опишите принцип работы амплитудных и фазовых дифракционных решеток.
2. Напишите и объясните основное уравнение дифракционной решетки.
3. Объясните понятие «разрешающая способность спектрального прибора».

Исследование характеристик электрооптического модулятора света.

1.Цель работы.

Целью работы является исследование модуляционных характеристик электрооптического модулятора света (ЭОМ) – т.е. зависимости интенсивности света на выходе модулятора от напряжения , приложенного к модулятору, при различной конфигурации оптической схемы модулятора .

2.Задание на лабораторную работу.

Перед выполнением работы должны быть изучены свойства поляризованного света в двулучепреломляющих кристаллах, закономерности электрооптического эффекта и основные схемы построения электрооптических амплитудных и фазовых модуляторов света [3,с.352-357;4,с.231-154].

Перед включением аппаратуры необходимо изучить описание лабораторной установки. **Включение приборов производится с разрешения преподавателя.**

В процессе выполнения лабораторной работы производится:

- изучение состава лабораторного оборудования ;
- измерение модуляционных характеристик электрооптического модулятора света для различных состояний поляризации входного светового пучка (5 зависимостей) ;
- расчет теоретической зависимости интенсивности света на выходе модулятора от приложенного к электрооптическому кристаллу напряжения.

3.Описание лабораторной установки для исследования характеристик электрооптического модулятора.

Схема экспериментальной установки показана на рис.1.

В качестве источника света используется гелий-неоновый лазер (1), работающий в непрерывном режиме на длине волны 0,6328 мкм. Выходное излучение лазера линейно поляризовано, причем направление поляризации (направление вектора E световой волны) составляет угол 45^0 с главными диэлектрическими осями X и Y электрооптического кристалла модулятора (направление P на рис.2). Световой пучок лазера поступает на входную апертуру электрооптического кристалла (2), на противоположные боковые поверхности которого нанесены электроды (3). Из выходной апертуры модулятора световой пучок направляется на анализатор (4), ось пропускания которого повернута на 90^0 относительно исходного направления поляризации излучения лазера. Свет, прошедший через анализатор (4), поступает на фотоприемник (5), работающий в фотогальваническом режиме. Фототок, генерируемый фотодиодом, пропорционален интенсивности световой волны, падающей на светочувствительную площадку фотодиода. Величина фототока измеряется прибором В7-40 (6), работающим в режиме измерения постоянных токов. На электроды (3) электрооптического кристалла подается постоянное напряжение от регулируемого источника (7). Величина постоянного напряжения может изменяться от 0 до 299 вольт.

Между лазером (1) и электрооптическим модулятором (2) располагается четвертьволновая фазовая пластинка (8), размещенная в гнезде (9) и входной поляризатор (10), смонтированный на подвижке (11). Поляризатор (10) закреплен во вращающейся оправке таким образом, что направление оси пропускания его может поворачиваться относительно главных диэлектрических осей электрооптического кристалла. Направление оси пропускания поляризатора показано меткой на вращающейся обойме поляризатора. Направление плоскости поляризации входного излучения лазера (P) оси Y кристалла и оси пропускания поляризатора (A) обозначены метками на неподвижной части оправки поляризатора. Четвертьволновая пластина (8) и поляризатор (10) в процессе выполнения лабораторной работы могут выводиться из траектории луча. Когда четвертьволновая пластинка введена в оптический тракт установки, линейно поляризованный свет лазера, проходя через фазовую пластинку ,становится циркулярно поляризованным. Циркулярно

поляризованный свет, проходя через поляризатор, превращается в линейно поляризованный свет, направление плоскости поляризации которого соответствует направлению оси пропускания поляризатора и может изменяться путем вращения поляризатора.

Поперечное сечение эллипсоида показателя преломления электрооптического кристалла до и после приложения внешнего электрического поля E в направлении оси Y показано на рис.2 соответственно сплошной и пунктирной линиями. На этом же рисунке показаны направления плоскости поляризации исходного лазерного излучения P и оси пропускания анализатора A .

4.Методические указания к выполнению работы.

В работе исследуются модуляционные характеристики электрооптического модулятора, изготовленного на кристалле метаниобата лития. Электрическое поле, приложенное к кристаллу, изменяет размеры полуосей и положение в пространстве эллипсоида показателя преломления. В данном случае, если поле приложено к кристаллу параллельно оси Y , y - полуось эллипсоида уменьшается на величину Δn , а x - полуось увеличивается на эту же величину, так что показатели преломления для соответствующих компонент вектора напряженности электрического поля оптической волны составят $n_x = n_0 + \Delta n$, $n_y = n_0 - \Delta n$

И для случая линейного электрооптического эффекта, т.е. эффекта Поккельса, изменение показателя преломления прямо пропорционально напряженности внешнего модулирующего поля E .

$$\Delta n = \frac{n_0^3}{2} r_{22} E, \quad (1)$$

где $n_0 = 2,286$ – показатель преломления обыкновенного луча; $r_{22} = 6,8 \cdot 10^{-12}$ м/В – электрооптический коэффициент ниобата лития для данной ориентации поля.

Изменение показателей преломления n_x и n_y приводит к изменению взаимной разности фаз между компонентами E_x и E_y электромагнитного поля световой волны, распространяющейся в электрооптическом кристалле.

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_x - n_y) l, \quad (2)$$

где λ - длина волны излучения, l - расстояние, пройденное электромагнитной волной в кристалле. Считая, что поле между электродами однородно, можно записать разность фаз в виде

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi n_0^3 r_{22} U}{\lambda} \frac{l}{d}, \quad (3)$$

где d - расстояние между электродами, l - длина кристалла ($d / l = 0,05$ для данного модулятора), U - напряжение, приложенное к модулятору.

Величина

$$U = \frac{\lambda}{2n_0^3 r_{22}} \frac{d}{l} \quad (4)$$

обеспечивает фазовый сдвиг, равный π , и называется полуволновым напряжением.

Для преобразования модуляции поляризации в модуляцию интенсивности света после прохождения электрооптического кристалла световую волну пропускают через выходной поляризатор, называемый анализатором. Оси пропускания входного поляризатора и анализатора обычно скрещены под углом 90° , и в этом случае интенсивность света на выходе анализатора изменяется по закону

$$I = I_{\max} \sin^2 \frac{\Delta\varphi}{2}, \quad (5)$$

где $I_{\max}$ - максимальная интенсивность света, прошедшего через модулятор. Зависимость $I_{\text{вых}} = f(U_{\text{мод}})$ называется модуляционной характеристикой модулятора по интенсивности.

Порядок выполнения лабораторной работы.

4.2. Ознакомиться с описанием лабораторной установки, с расположением и назначением органов управления.

4.3. Экспериментально исследовать основную модуляционную характеристику модулятора. Для этого, с разрешения преподавателя, включить блок питания лазера, источник постоянного напряжения, вольтметр.

Удалить из оптического тракта четвертьволновую пластинку (вынуть стойку с пластинкой из гнезда) и входной поляризатор (выдвинуть поляризатор из луча, пользуясь винтом подвижки, на которой закреплена оправка поляризатора). Изменяя напряжение, приложенное к модулятору, с помощью цифрового набирателя на передней панели источника постоянного напряжения, измерять величину фототока фотодиода, соответствующую каждому напряжению. Диапазон изменения напряжения – от 0 до 299

В, шаг – 10 В. Построить график зависимости
$$f(U_{\text{мод}}) = \frac{I_{\text{фд}}(U_{\text{мод}})}{I_{\text{фд max}}}$$

По графику определить величину напряжения, соответствующего максимальному пропусканию модулятора.

4.4. Ввести в оптический тракт установки четвертьволновую пластинку – установить стойку с пластинкой на оптической плите. Повторить измерения модуляционной характеристики в диапазоне от 0 до 299 В при наличии фазовой пластинки в оптическом тракте.

4.5. Ввести в оптический тракт входной поляризатор. Для этого необходимо, вращая ходовой винт подвижки, установить поляризатор таким образом, чтобы луч лазера проходил примерно через центр поляризатора. Поворачивая вращающуюся оправку поляризатора, совместить метку на оправке с меткой Р на обойме. При этом направление плоскости поляризации света, прошедшего через поляризатор, составляет $+45^\circ$ с осью Y кристалла и 90° с осью пропускания анализатора. Измерить модуляционную характеристику модулятора при данном положении входного поляризатора.

Совместить метку на оправке поляриоида с меткой Y на обойме. При этом направление плоскости поляризации света, прошедшего поляризатор, параллельно оси Y у кристалла.

Измерить модуляционную характеристику модулятора при данном положении входного поляризатора.

Совместить метку на оправке поляриоида с меткой А на обойме. При этом направление плоскости поляризации света, прошедшего через поляризатор, составляет -45° с осью Y кристалла и параллельно оси пропускания анализатора. Измерить модуляционную характеристику модулятора при данном положении входного поляризатора.

Построить графики экспериментальных зависимостей, измеренных по пп. 4.3, 4.4, 4.5. (Все зависимости нормировать к соответствующему максимальному значению).

4.6. Построить теоретическую зависимость модуляционной характеристики по формулам (3), (5). Рассчитать полуволновое напряжение для данного модулятора по формуле (4). Сравнить теоретически рассчитанное значение полуволнового напряжения с напряжением максимального пропускания модулятора, определенным по графику зависимости, измеренной в п. 4.3.

4.7. Объяснить поведение экспериментальных зависимостей, измеренных в п. 4.5 при различных ориентациях входного поляризатора.

5. Содержание отчета.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1.Схему лабораторной установки.
- 2.Результаты проведенных измерений в виде таблицы.
- 3.Графики теоретической зависимости модуляционной характеристики и экспериментально измеренные зависимости по пунктам 4.3, 4.4, 4.5 в нормированном виде (всего 6 зависимостей на одном графике).
- 4.Расчетное значение полуволнового напряжения.
- 5.Выводы по лабораторной работе и анализ полученных данных.

Контрольные вопросы.

- 1.Что такое эллипсоид показателя преломления?
- 2.Как меняется эллипсоид показателя преломления одноосного электрооптического кристалла во внешнем электрическом поле?
- 3.Расскажите о методах регистрации фазовой модуляции.
- 4.Расскажите о методах преобразования фазовой модуляции в модуляцию интенсивности.
- 5.Что такое полуволновое напряжение?
- 6.Какие типы электрооптических модуляторов Вы знаете?
- 7.Преимущества и недостатки схем продольного и поперечного электрооптического модулятора.

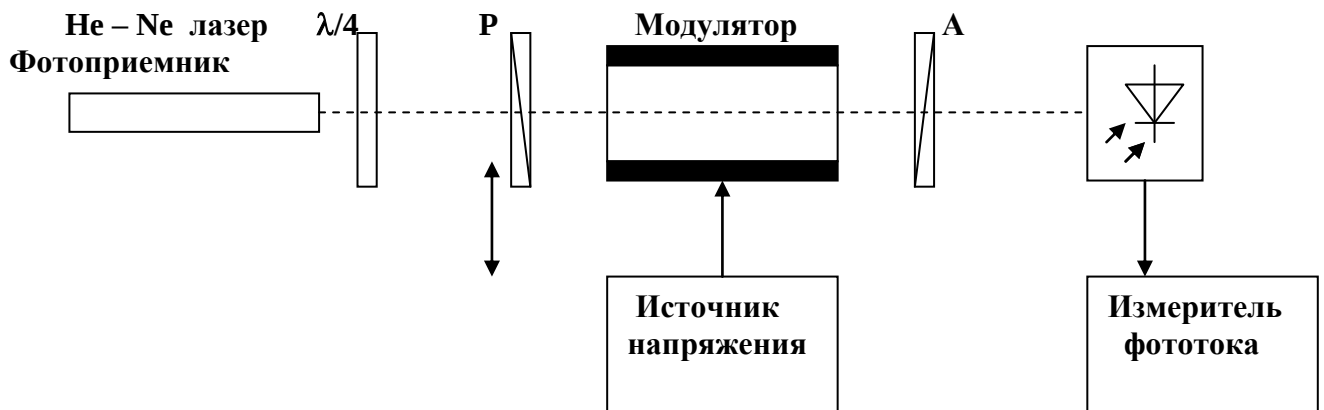


Рис. 1

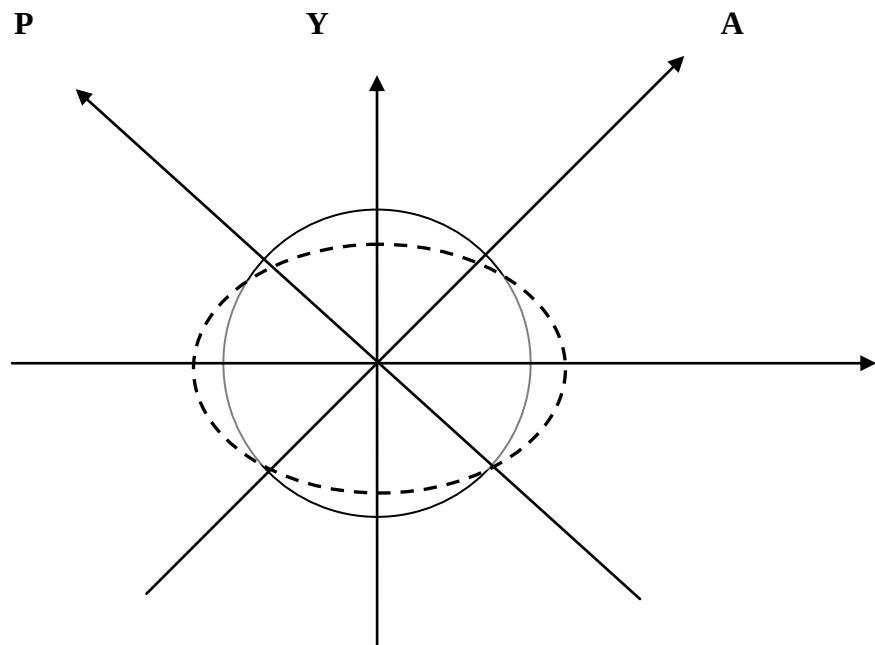


Рис. 2