

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра общей и технической физики

Лаборатория оптических исследований

Отчет по лабораторной работе №11

Тема работы: _____ Исследование поляризованного света _____

Выполнил: студент гр. _____ БТБ-21 _____ Пересько Д.Р.
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Дата: _____

Проверил: _____ доцент _____ _____
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург

2022

Цель работы: Изучить явление поляризации световых волн: определить степень поляризации лазерного излучения, провести экспериментальную проверку закона Малюса, самостоятельно получить и исследовать циркульно- и эллиптически поляризованный свет.

Явление, изучаемое в работе: поляризованный свет

Теоретические сведения

Видимый свет представляет собой электромагнитные волны с длинами волн от $4 \cdot 10^{-7}$ м (фиолетовый) до $7 \cdot 10^{-7}$ м (красный).

Естественный свет – это свет, при котором колебания векторов и происходят по всевозможным направлениям в поперечной плоскости.

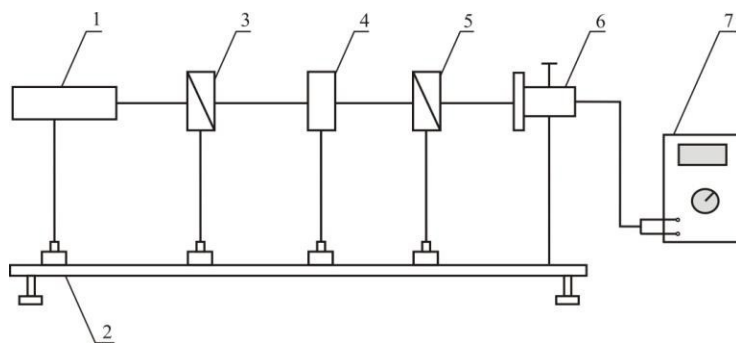
Некоторые источники (лазеры) могут испускать поляризованный свет. В таком свете колебания электрического и магнитного полей происходят не по всем направлениям, а только в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Такой свет называют линейно поляризованным (или плоско поляризованным).

Имеется пять типов поляризованного света: естественный или неполяризованный свет; частично-поляризованный свет; линейно- или плоско-поляризованный свет; свет, поляризованный по кругу (циркульно); эллиптически-поляризованный свет.

Закон Малюса: интенсивность света I , выходящего из анализатора, пропорциональна квадрату косинуса угла α между направлением плоскостей пропускания вектора E поляризатора и анализатора.

$$\frac{I}{I_0} = \cos^2 \alpha \quad \text{– закон Малюса}$$

Схема установки:



В состав установки входят: He-Ne лазер 1 мощностью 1,0 мВт, оптическая скамья 2; поляризатор 3, четвертьволновая ($\lambda/4$) пластина 4, анализатор 5, фотодетектор 6; цифровой мультиметр 7. Для отсчета углов поворота элементы 3, 4 и 5 установлены во вращающемся держателе с радиально нанесенными делениями, расположенными через равные угловые промежутки с шагом в 5о.

Расчетные формулы

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}, \text{ где } P - \text{ степень поляризации, а } I - \text{ сила}$$

фототока;

$$\frac{E_x}{E_y} = \frac{I_{min}}{I_{max}} - \text{Формула отношения полуосей эллипса поляризации, где } I - \text{ сила}$$

фототока, $\frac{E_x}{E_y}$ - отношение полуосей эллипса поляризации

Исследование поляризации лазерного света

Таблица 1

φ, град	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0
I, мА	1	3	9	21	30	41	53	64	68	63
cos ² φ	0	0,030154	0,116978	0,25	0,413176	0,586824	0,75	0,883022	0,969846	1

φ, град	10	20	30	40	50	60	70	80	90
I, мА	56	47	39	31	21	10	4	1	0
cos ² φ	0,969846	0,883022	0,75	0,586824	0,413176	0,25	0,116978	0,030154	0

Значения фототока изменяются в зависимости от угла поворота анализатора, от наименьшего значения до наибольшего. Излучение линейно поляризовано.

Изучение закона Малюса

Таблица 2

φ, град	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10
I, мА	0	0	3	9	17	25	35	43	47
cos ² φ	0	0,030154	0,116978	0,25	0,413176	0,586824	0,75	0,883022	0,969846

φ, град	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
I, мА	46	45	42	38	30	23	15	7	2	0
cos ² φ	1	0,969846	0,883022	0,75	0,586824	0,413176	0,25	0,116978	0,030154	0

$$I_{\max} = 0,361 \text{ мА}$$

$$I_{\min} = 0,109 \text{ мА}$$

Степень поляризации P находим по формуле:

$$P = \frac{(I_{\max} - I_{\min})}{(I_{\max} + I_{\min})} = \frac{0,361 - 0,109}{0,361 + 0,109} = 0,129$$

Изучение эллиптической поляризации

Таблица 3

φ, град	-90	-85	-80	-75	-70	-65	-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5
I, мА	11	12	12	11	9	8	8	4	1	0	1	1	2	4	7	8	10	13
	22	22	22	22	24	29	30	36	37	40	41	38	35	33	30	29	29	24

φ, град	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
I, мА	13	14	15	12	13	8	6	2	2	1	1	0	3	2	5	6	9	11	13	14
	24	24	23	23	23	30	32	38	36	40	37	36	34	35	31	29	31	25	24	23

$$I_{\max} = 0,345 \text{ мА}$$

$$I_{\min} = 0,245 \text{ мА}$$

Отношение полуосей эллипса поляризации: $\frac{E_x}{E_y} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{I_{\max}}} = \sqrt{\frac{0,245}{0,345}} = 0,84$

Исследование круговой поляризации

Таблица 4

φ,град	90	-80	70	60	50	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
I,мА	14	13	14	15	16	17	19	24	23	23	22	22	21	21	19	19	18	15	15

Погрешность прямых измерений

$$\Delta\varphi = 0,5^\circ$$

$$\Delta I = 0,001 \text{ мА}$$

Погрешность косвенных измерений

$$\Delta P = P \left(\frac{2\Delta I}{I_{\max} - I_{\min}} + \frac{2\Delta I}{I_{\max} + I_{\min}} \right) = 0,129 \left(\frac{2 \cdot 0,001 \cdot 10^{-3}}{(0,361 - 0,109) \cdot 10^{-3}} + \frac{2 \cdot 0,001 \cdot 10^{-3}}{(0,361 + 0,109) \cdot 10^{-3}} \right) = \pm 0,0015$$

$$\Delta E_y = E_y \cdot 2 \cdot \left(\frac{\Delta I}{I_{\min}} + \frac{\Delta I}{I_{\max}} \right) = 0,84 \cdot \left(\frac{0,001}{0,245} + \frac{0,001}{0,345} \right) = \pm 0,0029$$

Вывод

Во время работы мы изучили поляризацию света. На практике был исследован закон Малюса. Были изучены круговая и эллиптическая поляризации, а также получены их графики.

Графики

График зависимости $I/I_0 = f(\cos^2\varphi)$

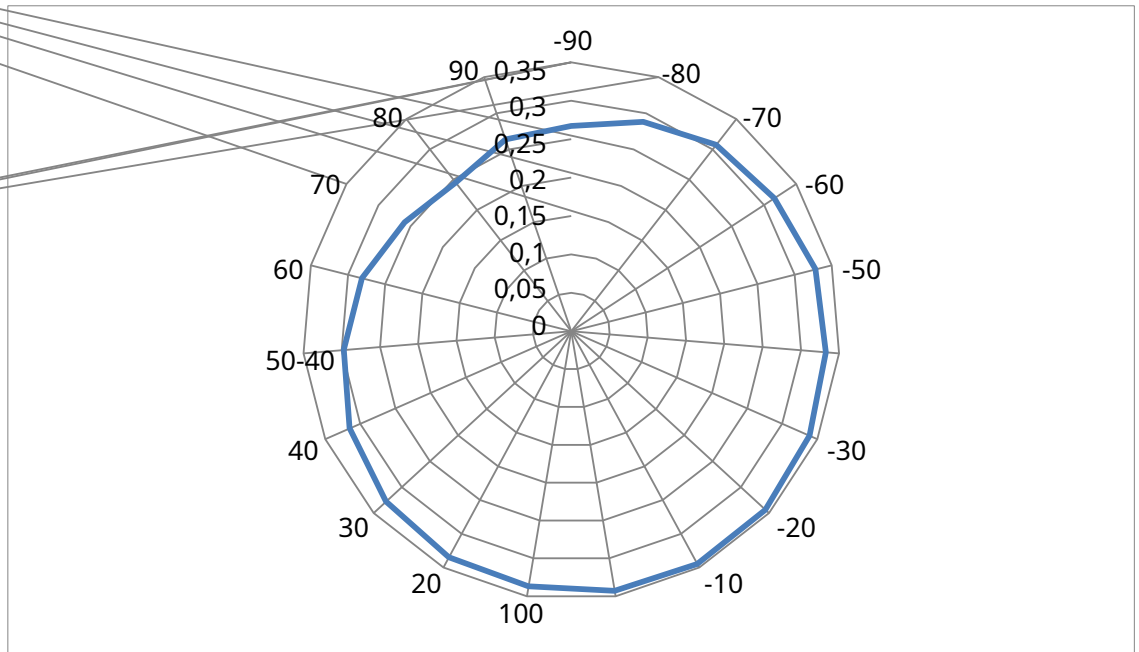
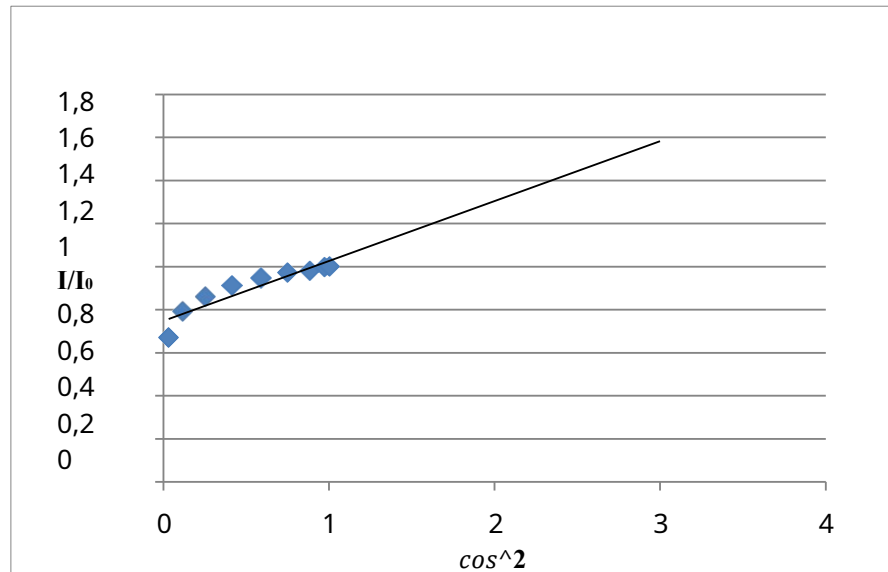


График зависимости $I=f(\varphi)$

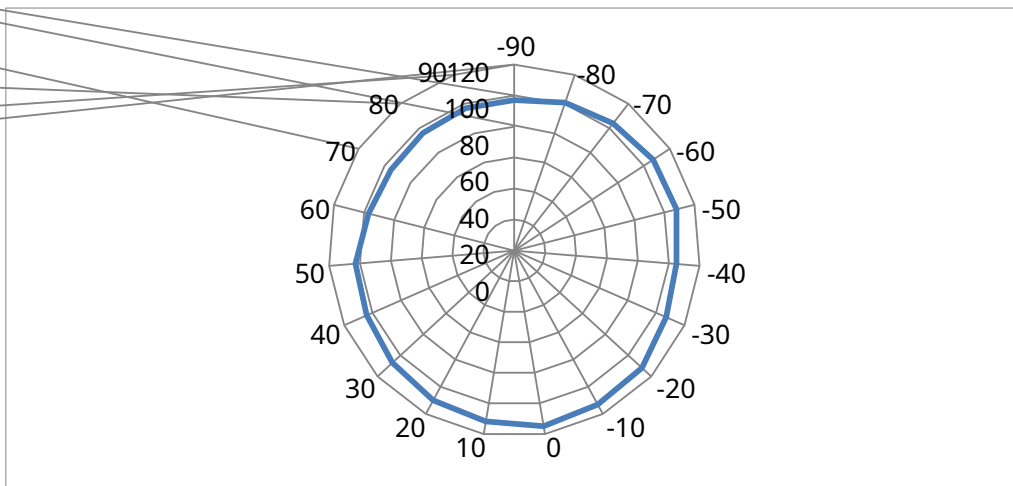


График зависимости $I=f(\varphi)$