Выполнил:

Александр Нехаев

Акустооптическая модуляция света

Лабораторная работа по курсу «Квантовая электроника»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский физико-технический институт

(государственный исследовательский университет)

Кафедра квантовой электроники

Оглавление

[Цель работы 2](#_Toc33664674)

[Приборы и материалы используемые в работе 2](#_Toc33664675)

[Схема установки 2](#_Toc33664676)

[Анализ результатов 2](#_Toc33664677)

[Определение скорости звука в молибдате свинца 2](#_Toc33664678)

[Расчёт параметров Клейна – Кука и 3](#_Toc33664679)

[Измерение эффективности модулятора 4](#_Toc33664680)

[Вывод 5](#_Toc33664681)

# Цель работы

1. Ознакомится с принципом работы акустооптического модулятора.
2. Ознакомится с различными режимами дифракции света.
3. Приблизительно определить диапазоны частот генератора, подключённого к акустооптической ячейке, соответствующие режимам дифракции Рамана – Ната и Брэгга.
4. Вычислить параметр Клейна – Кука и – параметр для ряда частот генератора и определить принадлежность к определенность режиму дифракции.
5. Определить эффективность акустооптической ячейки.

# Приборы и материалы используемые в работе

* Лазерный диод на длину волны мкм.
* Акустооптический дефлектор с пьезопреобразователем на .
* ВЧ – генератор.
* Экран.
* Фотоприемник.
* Осциллограф

# Схема установки

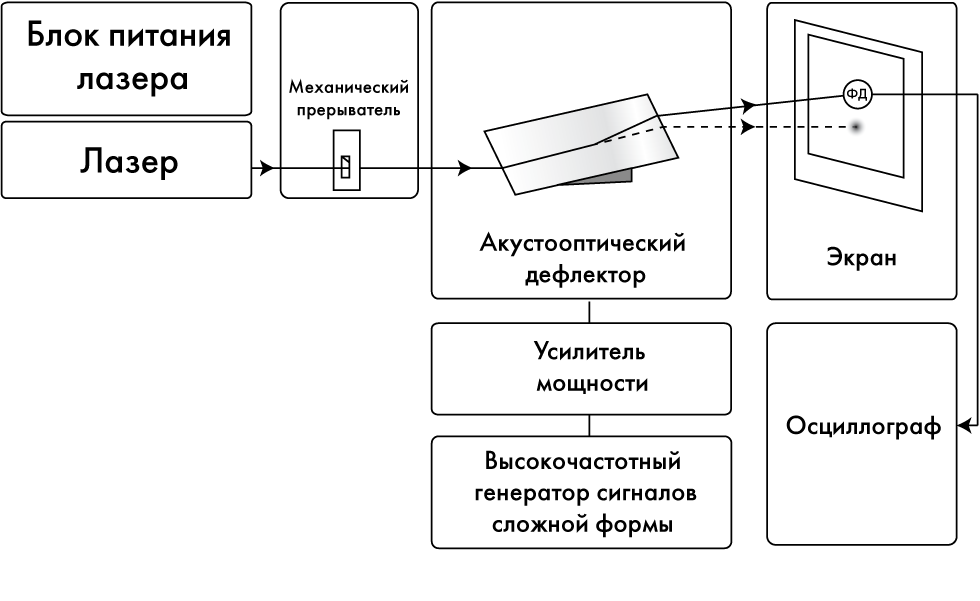


Рисунок 1. Блок-схема экспериментальной установки

# Анализ результатов

В ходе данной работы расстояние до экрана составляло 100 см.

## Определение скорости звука в молибдате свинца

Для определения скорости звука проводился замер частоты и расстояния от нулевого максимума на экране. Результаты измерений представлены ниже (Таблица 1).

Таблица 1. Результы измерения скорости звука

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота, МГц | Расстояние от нулевого максимума, см | Угол в радианах |  |  | Длина волны, нм | Скорость звука, м/с |
| 80 | 1.5 | 0.014999 | 6400 | 0.014998313 | 21669.10403 | 1733.528 |
| 90 | 1.7 | 0.016998 | 8100 | 0.016997544 | 19120.40936 | 1720.837 |
| 95 | 1.8 | 0.017998 | 9025 | 0.017997085 | 18058.48032 | 1715.556 |
| 100 | 1.9 | 0.018998 | 10000 | 0.018996571 | 17108.35038 | 1710.835 |
| 105 | 1.95 | 0.019498 | 11025 | 0.019496294 | 16669.83512 | 1750.333 |
| 110 | 2 | 0.019997 | 12100 | 0.019996001 | 16253.24968 | 1787.857 |
| 115 | 2.1 | 0.020997 | 13225 | 0.020995371 | 15479.6026 | 1780.154 |
| 120 | 2.2 | 0.021996 | 14400 | 0.021994678 | 14776.30184 | 1773.156 |
| 125 | 2.35 | 0.023496 | 15625 | 0.023493514 | 13833.60546 | 1729.201 |
| 130 | 2.4 | 0.023995 | 16900 | 0.023993091 | 13545.56611 | 1760.924 |
|  |  |  |  |  | Средняя | 1746.238 |

### Расчёт параметров Клейна – Кука и

Для данного набора частот с помощью формулы (1) можем рассчитать параметры Клейна – Кука.

Здесь – длина световой волны в веществе, – длина акустооптического взаимодействия, – скорость акустической волны в веществе, – частота звука, – длина звуковой волны, – коэффициент преломления. Полученные значения представлены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры Клейна - Кука[[1]](#footnote-1)

|  |  |
| --- | --- |
| Частота, МГц | Q |
| 80 | 36.54554 |
| 90 | 46.93771 |
| 95 | 52.62037 |
| 100 | 58.62731 |
| 105 | 61.75237 |
| 110 | 64.95848 |
| 115 | 71.61379 |
| 120 | 78.59316 |
| 125 | 89.66965 |
| 130 | 93.52376 |

Далее по формуле (2) рассчитаем параметр .

где – амплитуда изменений показателя преломления, – модуль волнового вектора падающего излучения, – модуль волнового вектора акустической волны. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Параметры

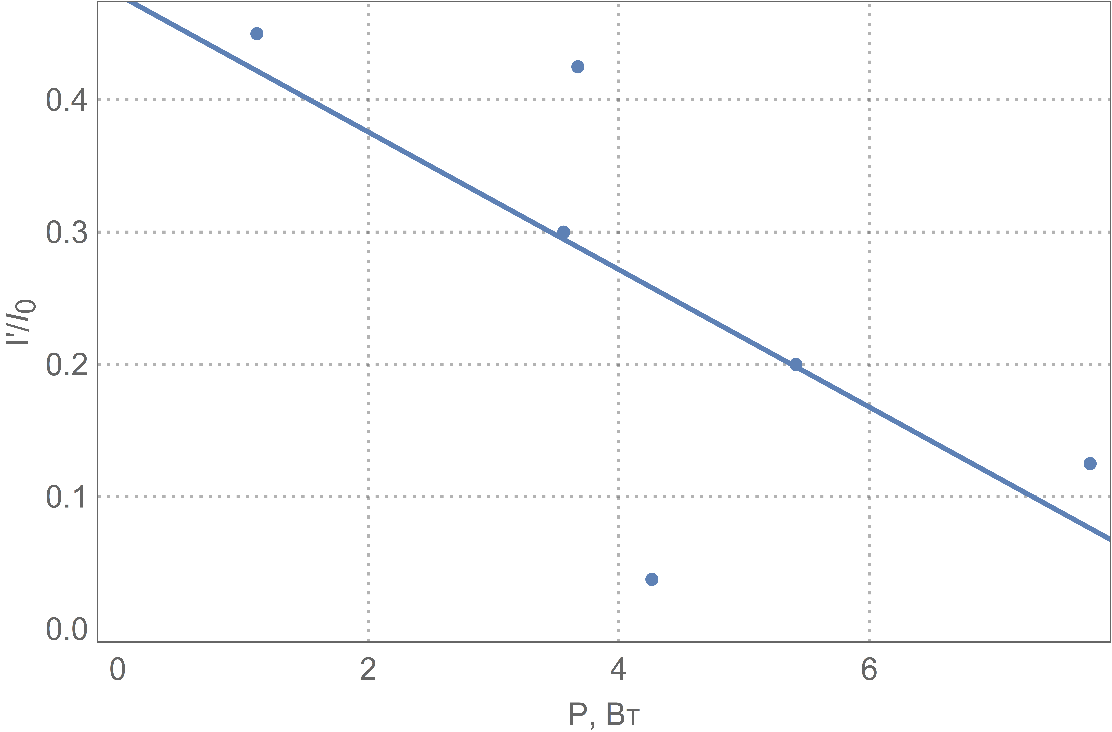
|  |  |
| --- | --- |
| Частота, МГц |  |
| 80 | 3.780662 |
| 90 | 4.85574 |
| 95 | 5.443614 |
| 100 | 6.065037 |
| 105 | 6.388327 |
| 110 | 6.720001 |
| 115 | 7.408498 |
| 120 | 8.130519 |
| 125 | 9.27639 |
| 130 | 9.675099 |

## Измерение эффективности модулятора

Проведя юстировку оптической системы, измерили долю отклоненного света для 7 различных значений выходного напряжения генератора. Также была вычислена СВЧ мощность усилителя (нагрузка согласована на 50 Ом):

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряжение генератора, В | Частота | Мощность нулевого | Мощность первого | , Вт |  |
| 7.45 | 100 | 0.4 | 0.18 | 1.11005 | 0.45 |
| 13.55 | 105 | 0.4 | 0.17 | 3.67205 | 0.425 |
| 13.34 | 110 | 0.4 | 0.12 | 3.559112 | 0.3 |
| 16.45 | 115 | 0.4 | 0.08 | 5.41205 | 0.2 |
| 19.7 | 120 | 0.4 | 0.05 | 7.7618 | 0.125 |
| 14.6 | 125 | 0.4 | 0.015 | 4.2632 | 0.0375 |
| 13.8 | 130 | 0.39 | 0.02 | 3.8088 | 0.051282051 |

Полученная зависмость представлена на графике ниже.



Точки на графике аппроксимируются фукнцией:

Исходя из наклона графика была определена эффективность акустооптической ячейки:

# Вывод

В рамках данной работы:

1. Ознакомились с принципом работы акустооптического модулятора.
2. Ознакомились с различными режимами дифракции света.
3. Приблизительно определили диапазоны частот генератора, подключенного к акустооптической ячейке, соответствующие режимам дифракции Рамана – Ната и Брэгга.
4. Вычислили параметр Клейна – Кука и – параметр для ряда частот генератора и определили принадлежность к определенному режиму дифракции.
5. Определили эффективность акустооптической ячейки.

# Ссылки

**Современные материалы для акустооптических устройств на объемных волнах** [Журнал] / авт. Колесников А. И. // Вестник ТвГУ.. - 2011 г.. - 15. - стр. 67-85.

1. При расчете взяты дополнительные данные: (Колесников, 2011), Длина волны лазера 650 нм, длина акустооптического взаимодействия: 1 см (из параметров установки). [↑](#footnote-ref-1)