

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
(ТУСУР)

Кафедра электронных приборов (ЭП)

**ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
АДАПТИВНОГО ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО  
ИНТЕРФЕРОМЕТРА В ШИРОКОМ ДИНАМИЧЕСКОМ  
ДИАПАЗОНЕ**

Отчет по лабораторной работе  
по дисциплине «Оптические методы обработки информации»

Студенты гр.350

\_\_\_\_\_ В.А. Гришаненко

\_\_\_\_\_ М.О. Бочкарев

\_\_\_\_\_ А.М. Албул

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

Проверил

канд. техн. наук, доцент

каф ЭП ТУСУР

\_\_\_\_\_ С. С. Шмаков

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

Томск 2023

## 1 Введение

Оптические и акустооптические методы обработки информации используют различные оптические транспаранты, в том числе объемные среды, в которых могут формироваться фазовые динамические голограммы, информация в которых хранится в виде изменений показателя преломления. Эти голограммы могут быть использованы для голографической интерферометрии, а их динамический характер делает их адаптивными к медленным изменениям внешних условий, обусловленных дрейфом температуры, атмосферного давления, и других факторов [1-5].

В качестве сред для динамической голографии, в которых могут формироваться объемные фазовые голограммы, широко используются фоторефрактивные кристаллы. Они характеризуются высокой разрешающей способностью, превышающей 10 000 линий на миллиметр.

Фоторефрактивные кубические кристаллы силленитов  $Bi12MO20$  ( $M = Ge, Si, Ti$ ) характеризуются быстрым нелинейным откликом и обладают естественной оптической активностью. Интерес к данным кристаллам связан с возможностью их использования в прикладных устройствах оптической обработки информации и динамической голографии. Максимальная эффективность взаимодействия без приложенного к кристаллу внешнего электрического поля может быть получена в этих кристаллах при встречном распространении пучков, формирующих голограмму. В этом случае амплитуда фоторефрактивной решетки, формирующейся за счет диффузионного механизма, в отсутствие насыщения ловушек обратно пропорциональна ее периоду. Отражательные решетки и схемы на их основе могут быть использованы для создания узкополосных оптических фильтров, голографических интерферометров и для других практических применений.

Целью настоящей работы является знакомство с принципом голографической интерферометрии и экспериментальное изучение амплитудной характеристики адаптивного голографического интерферометра, использующего отражательные фоторефрактивные голограммы в кристаллах титаната висмута для измерения амплитуды механических колебаний зеркально отражающего объекта, в широком динамическом диапазоне.

### **Задание на лабораторную работу:**

1. Вывести соотношения (2.7) и (2.11), используя формулы (2.3)- (2.5) и известные соотношения, описывающие связь выходного напряжения фотодиодного приемника с мощностью монохроматического светового пучка.

2. Вывести выражение для интенсивности светового пучка, являющегося суперпозицией двух монохроматических световых волн с одинаковыми частотами и направлениями распространения, но с разными начальными фазами.

3. Собрать и настроить экспериментальную установку согласно рис. 2.1

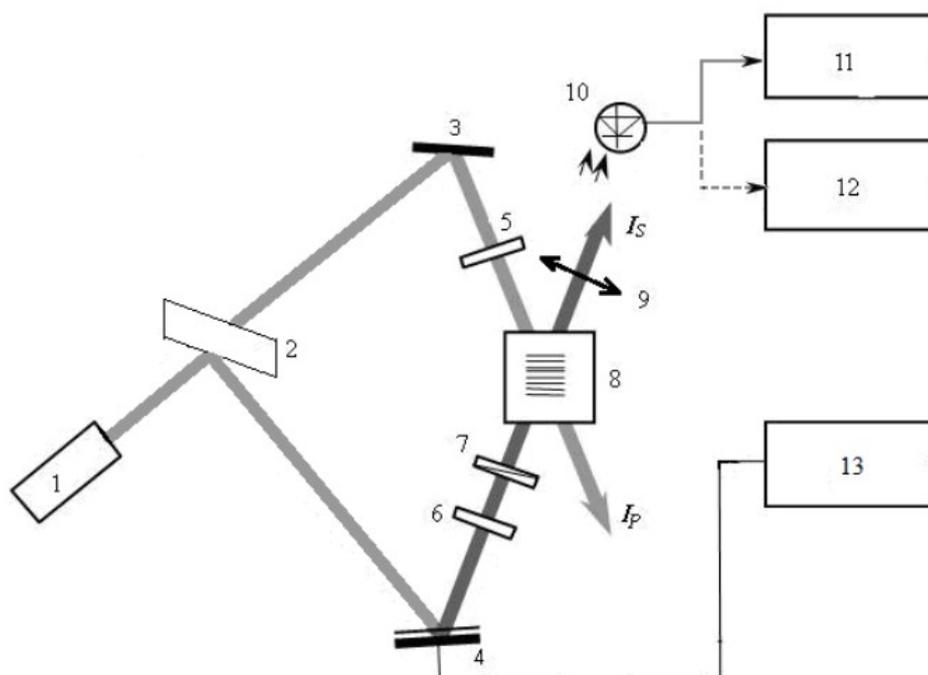
4. Снять зависимость амплитуды выходного сигнала интерферометра на первой гармонике частоты модуляции от амплитуды колебаний зеркала.

5. Построить экспериментальную амплитудную характеристику голографического интерферометра в предоставленной преподавателем программе в пакете Mathcad; здесь же построить расчетную зависимость, выполнив подгонку по методу наименьших квадратов под экспериментальные данные путем подбора значений неизвестных параметров кристалла ВТО и фотоприемника.

6. Подготовить и распечатать отчет по проделанной работе.

## 2 Ход работы

В данной лабораторной работе была собрана установка, представляющей макет исследуемого голографического интерферометра, предназначенного для измерения спектра колебаний зеркально отражающих объектов, представленная на рисунке 2.1



1 - He-Ne- лазер; 2 - делительная пластина; 3 - зеркало; 4 – пьезокерамический цилиндр с зеркалом; 5, 6 – четвертьволновые пластины; 7 – поляризатор; 8 – кристалл  $\text{Vt}_{12}\text{TiO}_{20}$  среза (100); 9 – собирающая линза; 10 – фотоприемник; 11 – селективный вольтметр; 12 – милливольтметр; 13 – генератор синусоидальных сигналов.

Рисунок 2.1 - Схема голографического интерферометра, использующего встречное взаимодействие волн, имеющих различную поляризацию

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Таблица 2.1 – Результаты экспериментов и расчетов

$U_c, \text{В}$	$U_\Omega, \text{мВ}$	$l, \text{нм}$	$\varphi_m, \text{рад}$	$ M^{(1)} $
20				
40				
60				
80				
100				
120				
140				

С помощью экспериментальных данных в программе MathCad были получены 3 графика, где представлены зависимости амплитуд напряжений сигнала, получаемых фотоприемником от амплитуды колебания пьезокерамического зеркала.

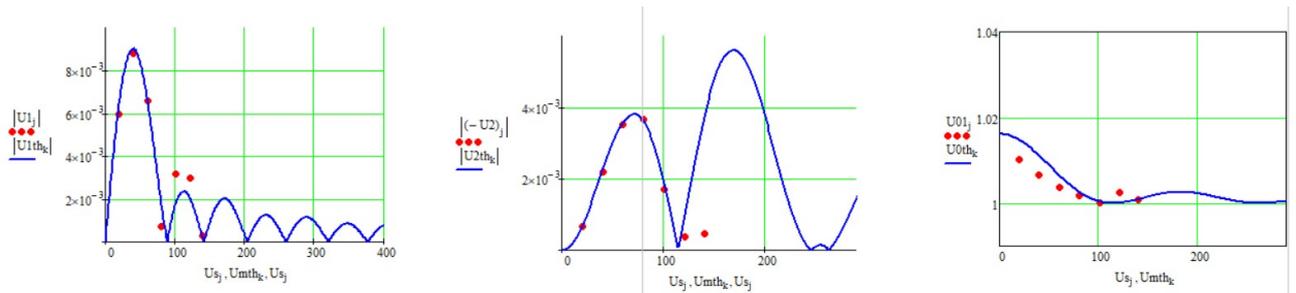


Рисунок 2.2 – Зависимости первой, второй и нулевой гармоник сигнала фазовой демодуляции от амплитуды колебаний пьезокерамического зеркала

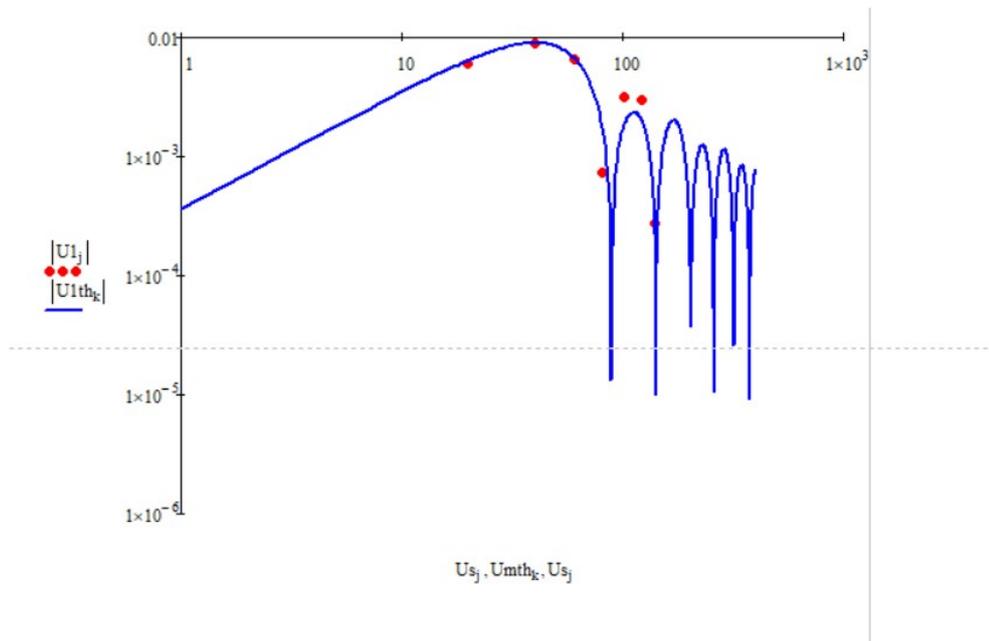


Рисунок 2.3 – Амплитудная характеристика адаптивного голографического интерферометра

### **3 Вывод**

В ходе выполнения данной лабораторной работы были найдены зависимости первой, второй и нулевой гармоник в разные амплитудные колебания пьезокерамического зеркала. С помощью программы MathCad были построены графики.