

К. А. Саечников¹, Н. Б. Нисковских²

К. Saechnikov¹, N. Niskovskih²

¹ Белорусский государственный педагогический
университет имени Максима Танка

² Гимназия № 20
(Минск, Беларусь)

**МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА
ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОСМЕЩЕНИЙ
ОБЪЕКТОВ ПРИ ЗАПИСИ ГОЛОГРАММ
В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ СРЕДАХ**

**A METHOD FOR THE REALIZATION
OF THE HOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY METHOD
FOR DETERMINING MICRO-DISPLACEMENTS
OF OBJECTS WHEN RECORDING HOLOGRAMS
IN PHOTOREFRACTIVE MEDIUM**

При использовании колеблющегося зеркала в качестве тестового объекта с использованием кристаллов семейства силленитов реализован метод голографической интерферометрии, позволяющий контролировать состояние объекта в реальном времени.

When using an oscillating mirror as a test object using crystals of the sillenite family, a holographic interferometry method is implemented that allows monitoring the state of the object in real time.

Ключевые слова: фоторефрактивные кристаллы, динамические решетки, голографическая интерферометрия, силикат висмута, импульсная запись.

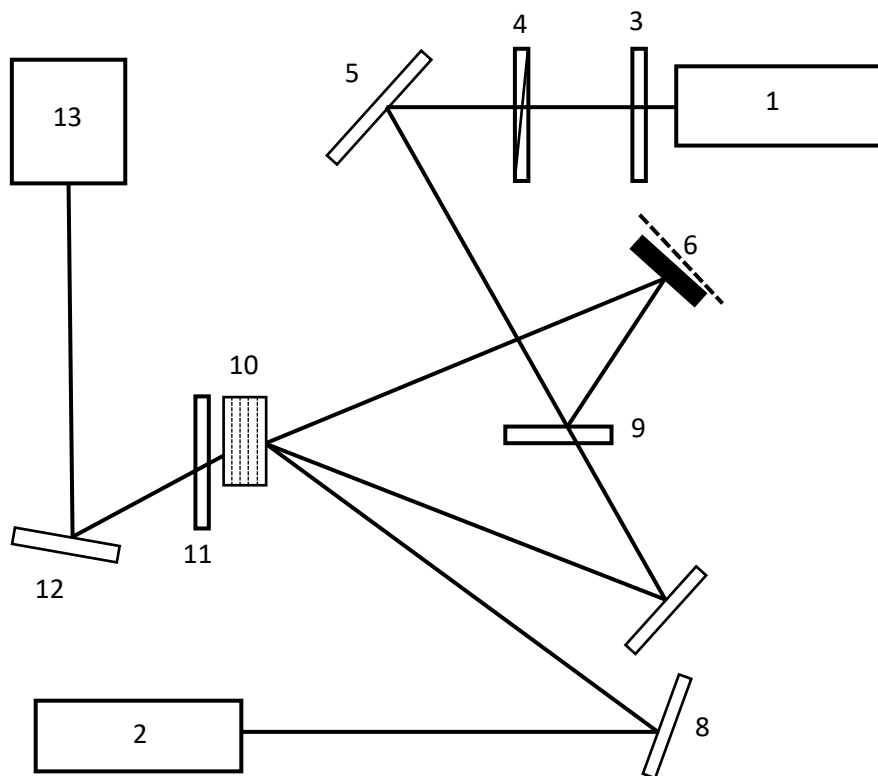
Keywords: photorefractive crystals, dynamic gratings, holographic interferometry, bismuth silicate, pulse recording.

Одним из существенных преимуществ кубических фоторефрактивных кристаллов семейства силленитов ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$) является формирование в них динамических голограмм в реальном масштабе времени. Это определяет их использование в адаптивных интерферометрах, оптических

датчиках ассоциативных устройств, цифровой микроскопии, для оптической записи, хранения и обработки информации, усиления оптических изображений и др. Физические процессы записи голограмм в указанных средах основаны на перераспределении зарядов в кристаллах под действием света по многочисленным дефектным центрам, имеющим разнообразную природу возникновения и характеристики. При этом фоторефрактивные кристаллы позволяют работать как с непрерывным, так и с импульсным (нано- и пикосекундным) лазерным излучением [1–5].

Целью работы являлась разработка оптической схемы эксперимента и методики использования кристаллов семейства силленитов для регистрации интерферограмм в реальном времени при импульсной голографической записи и детектирования микросмещений на примере колеблющегося зеркала.

Для реализации метода голографической интерферометрии была собрана установка, схема которой представлена на рисунке 1.



1 – лазер на иттрий-алюминиевом гранате; 2 – гелий-неоновый лазер;
 3, 11 – светофильтры; 4 – полуволновая пластинка; 5, 7, 8, 12 – зеркала;
 6 – исследуемый объект; 9 – полупрозрачное зеркало;
 10 – фоторефрактивный кристалл; 13 – ПЗС-камера

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для реализации метода голографической интерферометрии

В качестве исследуемого объекта использовалось зеркало 6, смещением которого можно было управлять с использованием двух динамиков при подаче

на них смещенных по фазе электрических прямоугольных импульсов. При этом во времени периодически изменялось направление распространения сигнального пучка. Частота следования импульсов была выбрана 15 Гц, что позволяло записывать в фоторефрактивном кристалле решетки с временами жизни порядка 1 секунды. Подобрал частоту сигнала, подаваемого на зеркало и синхронизовав частоту колебаний с частотой следования импульсов, появлялась возможность записи двух решеток в фоторефрактивном кристалле для разных положений подвижного зеркала. Эти решетки постоянно перезаписывались.

Луч гелий-неонового лазера дифрагировал на решетках, и в области перекрытия пучков исследовалась их интерференционная картина. Наблюдались один, два, три интерференционных максимума в области перекрытия дифрагированных пучков при разных смещениях относительно друг друга в зависимости от амплитуды колебаний. Используемая система голографической интерферометрии позволяет обнаружить амплитуду колеблющегося объекта на уровне нескольких микрометров. Как видно из рисунка 2, в зависимости от величины смещения объекта фиксируется несколько интерференционных максимумов, количество которых зависит от амплитуды колебаний.

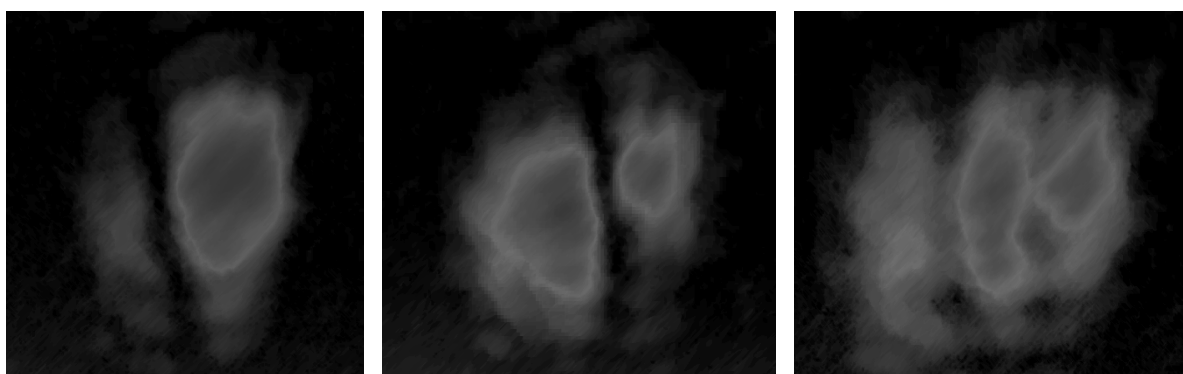


Рисунок 2 – Зарегистрированные интерферограммы при различных смещениях объекта

Таким образом, были определены условия записи динамических решеток в кристаллах силиката висмута с временем жизни порядка секунды и показана возможность их использования в схеме голографической интерферометрии с возможностью диагностики микросмещений в реальном времени.

Список использованных источников

1. Hermann, J.P. Nanosecond four-wave mixing and holography in BSO crystals / J.P. Hermann, J.P. Herriau, J.P. Huignard. – Applied Optics – 1981. – Vol.20. – P. 2173–2174.

2. Jones, D.C. Competition between subharmonic and signal beams for photorefractive gain in BSO with two pump beams / D.C. Jones, S.F. Lyuksyutov, L. Solymar. – Applied Physics B. – 1991. – Vol 52. – P. 173–175.
3. Partanen, J.P. Comparison between holographic and transient-photocurrent measurements of electron mobility in photorefractive $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ / J.P. Partanen, P. Nouchi, J.M.C. Jonathan, R.W. Hellwarth. – Physical Review B. – 1991. – Vol. 44. – P. 1487–1491.
4. Murillo, J.G. Photorefractive grating dynamics in $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ using optical pulses / J.G. Murillo – Optics Communications. – 1999. – Vol. 159. – P. 293–300.
5. Stankevich, A.V. Photoinduced absorption in bismuth titanate crystals on nano- and picosecond excitation / A.V. Stankevich, A.L. Tolstik, H.K. Haider – Technical Physics Letters. – 2011. – Vol. 37. – P. 746–749.