

УДК 535.4; 681.787

**Исмаилов Джапар Авазович**

кандидат технических наук,

зав. лаб. «Информационные технологии»

Институт Сейсмологии НАН КР, 720071, Кыргызстан, Бишкек

**Исмаилов Джапар Авазович**

техникалык илимдердин кандидаты,

«Информациалык технология» лабораториясынын жетекчиси

Сейсмология институту НАН КР, 720071, Кыргызстан, Бишкек

**Ismailov Dzhapar Avazovich**

candidate of technical sciences,

head of laboratory of «Information technology»

The Institute of Seismology NAS KR, 720071, Kyrgyzstan, Bishkek

**Кулиш Татьяна Эдуардовна**

научный сотрудник,

лаб. «Информационные технологии»

Институт Сейсмологии НАН КР, 720071, Кыргызстан, Бишкек

**Кулиш Татьяна Эдуардовна**

илимий кызматкер,

«Информациалык технология» лабораториясы

Сейсмология институту НАН КР, 720071, Кыргызстан, Бишкек

**Kulish Tatyana Eduardovna**

Researcher,

laboratory of «Information technology»

The Institute of Seismology NAS KR, 720071, Kyrgyzstan, Bishkek

**Жумалиев Кубанычбек Мырзабекович**

академик НАН КР,

лаб. «Информационные технологии»

Институт Сейсмологии НАН КР, 720071, Кыргызстан, Бишкек

**Жумалиев Кубанычбек Мырзабекович**

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын академиги,

«Информациалык технология» лабораториясы

Сейсмология институту НАН КР, 720071, Кыргызстан, Бишкек

**Zhumaliev Kubanychbek Myrzabekovich**

Academician of NAS KR,

laboratory of «Information technology»

The Institute of Seismology NAS KR, 720071, Kyrgyzstan, Bishkek

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРИИ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕРОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТОВЫХ РАССЕЙВАТЕЛЕЙ

**Аннотация.** В целях расширения диапазон измеряемых физических величин предложено записывать серии голографических интерферограмм путем модуляции опорных пучков с помощью матовых рассеивателей. В результате диапазон измерения увеличился 3-4 раза.

**Ключевые слова:** Голограмма, интерферометрия, регистрирующая среда, фотопластина, лазер.

### СЕРИЯЛАРДЫ АЛУУ ҮЧҮН АППАРАТ ГОЛОГРАФИЯЛЫК ИНТЕРФЕРОГРАММАЛАР МАТДИФУЗОРЛОРДУ КОЛДОНУУ

**Аннотация.** Ченелген физикалык чоңдуктардын диапазонун кеңейтүү үчүн матовая чачыраткычтарды колдонуу менен эталондук нурларды модуляциялоо жолу менен голографиялык интерферограммалардын сериясын жазуу сунушталат. Натыйжада өлчөө диапазону 3-4 эсеге өстү.

**Негизги сөздөр:** Голограмма, интерферометрия, жазуу чөйрөсү, фотопластинка, лазер.

### DEVICE FOR OBTAINING SERIES HOLOGRAPHIC INTERFEROGRAMS USING MATTE DIFFUSERS

**Annotation.** In order to expand the range of measured physical quantities, it is proposed to record a series of holographic interferograms by modulating reference beams using matte scatterers. As a result, the measurement range increased 3-4 times.

**Keywords:** Hologram, interferometry, high-resolution recording medium, photographic plate, laser.

Количество записываемых наложенных голограмм в объемных регистрирующих средах в основном определяется их угловой селективностью, в последняя в свою очередь зависит от толщины фотоматериала. Эта зависимость описывается формулой [1].

$$N = \frac{\Omega}{\Phi} = \frac{\Omega \bar{n} T \sin \theta}{\lambda a} \quad (1)$$

где  $\Omega$  - угловой диапазон, в котором лежит направление опорного луча;

$\Phi$  - угловая ширина полосы каждой голограммы;

$\lambda_a$  - длина волны излучения в среде;

$\theta_0$  - полуугол между опорными и предметными пучками;

$\bar{n}$  - средний показатель преломления регистрирующей среды.

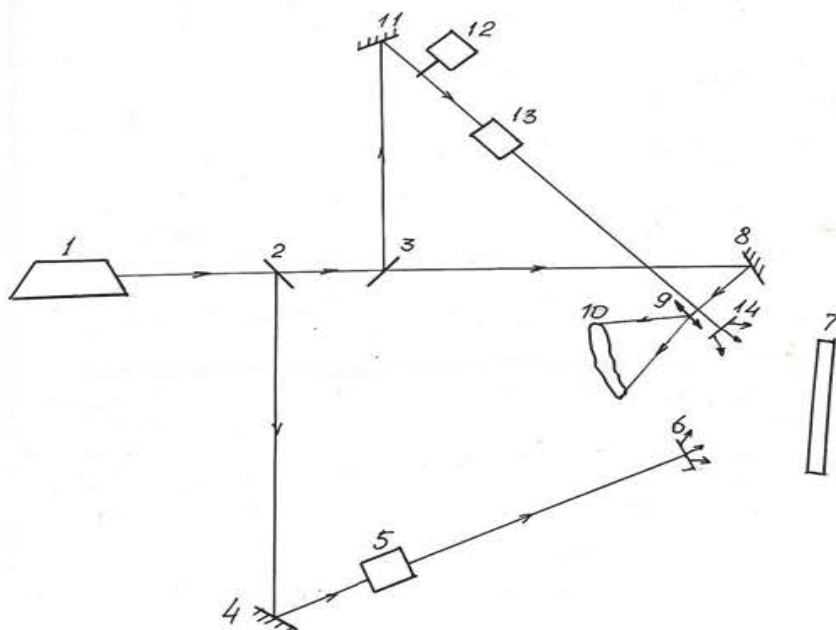
В среде толщиной  $T=1$ мм можно записать  $N = 1000$  голограмм без взаимных помех первого порядка, если выбрать  $\Omega = 20^\circ$ ;  $\bar{n} = 2,0$ ;  $\lambda = 0,5$ мкм,  $\theta_0=45^\circ$ .

Обычно толщина фотоматериалов, выпускаемых промышленностью, составляет 6-15 мкм [2]. При такой толщине угол  $\phi$  обеспечивающий рассогласование между голограммами составляет  $15-20^{\circ}$  и при отклонении опорных пучков с помощью дефлекторов на такой угол, опорные пучки частично не могут попасть на регистрирующую среду, так как последняя имеет ограниченную площадь, вследствие этого количество и качество записываемых голограмм объекта снижается.

С целью повышения качества и количества наложенных голограмм объекта в объемной регистрирующей среде нами было разработано устройство для получения СНДГИ с использованием матовых рассеивателей. На чертеже 1 приведена оптическая схема данного устройства. Устройство содержит лазер I, два светоделителя 2 и 3, расщепляющих световой пучок лазера на предметный и два опорных пучка, плоское зеркало 4, дефлектор 5, рассеиватель 6 и объемную регистрирующую среду 7, расположенные в первом опорном пучке, плоское зеркало 8, расширяющую линзу 9, объект 10, расположенные в предметном пучке, плоское зеркало II, прерыватель пучка 12, дефлектор 13, рассеиватель 14, расположенные во втором опорном пучке.

Устройство работает следующим образом. Световой пучок от лазера I расщепляют светоделителями 2 и 3 на один предметный и два опорных пучка. Первый опорный пучок на регистрирующую среду 7 направляют с помощью плоского зеркала 4, рассеивая рассеивателем 6. Отклонение первого опорного пучка относительно первоначального направления осуществляют с помощью дефлектора 5. Предметный пучок на объект 10 направляют плоским зеркалом 8, расширяя линзой 9. Рассеянный от объекта 10 свет поступает на регистрирующую среду 7. Второй опорный пучок направляют на регистрирующую среду 7 с помощью плоского зеркала II, рассеивателем 14. Отклонение второго опорного пучка относительно первоначального направления осуществляют дефлектором 13. Открывают второй опорный пучок затвором 12.

Рассеиватели использовались для кодирования опорной волны при записи страниц числовой информации в виде наложенных голограмм [1], а в работе [3] для голографической записи многоцветных изображений, с целью уменьшения влияния ложных восстановленных изображений. Кодирование опорной волны в первом случае осуществляется перемещением рассеивателя между экспозициями, а во втором случае комплексные амплитуды лазерного излучения несколькими длинами волн в плоскости голограммы кодируются индивидуальными для каждой спектральной компоненты образами.



**Рис. 1.** Устройство для записи СНДГИ в объемных регистрирующих средах с использованием матовых рассеивателей

Использование рассеивателей в предлагаемом устройстве позволяет получать наложенные голограммы при небольших отклонениях опорных пучков относительно предметного пучка, так как достаточно очень небольшого смещения рассеивателей (около 15 мкм) для того, чтобы пропускание рассеивателей оказалось практически некоррелированным. Поэтому, отклоняя опорные пучки относительно предметного пучка на малый угол  $\alpha$ , удовлетворяющий условию:

$$l = d \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

где  $l$  - перемещение опорного пучка в плоскости рассеивателя;

$d$  – расстояние от дефлекторов до рассеивателя.

Можно получить рассогласованные наложенные голограммы.

Расстояние  $d$  выбирают из условия, чтобы время, затраченное на максимальное перемещение из точек объекта, при котором еще сохраняются корреляции фронтов восстановленного изображения с двухэкспозиционных голограмм, равнялось времени, затраченному на отклонение опорного пучка на угол  $\alpha$ , причем перемещение опорного пучка в плоскости рассеивателя составляет:

$$l = d \cdot \sin \alpha \geq 15 \text{ мкм} \quad (3)$$

Допустим, максимальная скорость перемещения из точек объекта равняется:

$$\vartheta_{\text{пер.об}} = \frac{r_{\text{пер.об}}}{t_{\text{н.о.}}} \quad (4)$$

где  $r_{\text{пер.об}}$  - максимальное перемещение из точек объекта при котором еще сохраняется корреляция фронтов.

Тогда время, затраченное на максимальное перемещение из точек объекта  $t_{\text{но}}$ , равно:

$$t_{\text{но}} = \frac{r_{\text{пер.об}}}{\vartheta_{\text{но}}} \quad (5)$$

Скорость перемещения луча в плоскости рассеивателя

$$\vartheta_n = \frac{d \sin \alpha}{t_{\text{откл}}} \quad (6)$$

отсюда, время, затраченное на отклонение опорного пучка в плоскости рассеивателя равно:

$$t_{\text{откл}} = \frac{d \sin \alpha}{\vartheta_n} \quad (7)$$

По условию  $t_{\text{но}} = t_{\text{откл}}$ , поэтому

$$\frac{d \sin \alpha}{\vartheta_n} = \frac{r_{\text{пер.об}}}{\vartheta_{\text{но}}} \quad (8)$$

Из (8) находим расстояние между дефлектором и рассеивателем:

$$d = \frac{\vartheta_n r_{\text{пер.об}}}{\vartheta_{\text{но}} \sin \alpha} \quad (9)$$

Освещая голограммы соответствующим образом закодированной опорной волной, можно получить изображение объекта в соответствующих его состояниях.

На рис.4.2.2 приведены фотографии четырех двухэкспозиционных голографических интерферограмм, которые записывались настоящим устройством на одной фотопластине типа ПЭ-2 размером 9x12 см. Объект подвергался стационарному нагружению.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет получать СНДГИ при значительном меньше угле отклонения опорных пучков. В результате увеличивается количество записываемых СНДГИ с высоким качеством.

1. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография: Пер. с англ. - М.: Мир. - 1973.-1686 с.
2. Островский Ю.И., Бутусов М.М., Островская Г.В. Голографическая интерферометрия. - М.: Наука, 1977. - С. 336.
3. Collier R.J Pennington K.S. Multicolor imaging from holograms formed on two-dimensional media//Appl.Opt.- 1967.- V. 6.- N6.- P. 1091.