

- [1] Р ю т о в Д.Д. // Письма в ЖЭТФ, 1975. Т. 22.В. 9. С. 446-449.
- [2] К о б е л е в Ю.А., О с т р о в с к и й Л.А., С о у с т о в а И.А. // Радиопизика. 1986. Т. 29. В. 9. С. 1129-1136.
- [3] З а в т р а к С.Т. // Акустический журнал, 1988. Т. 34. В. 1. С. 80-83.
- [4] К р а с и л ь н и к о в В.А., К р ы л о в В.В. Введение в физическую акустику. М.: Наука, 1984. 400 с.

Белорусский государственный университет им. В.И. Ленина, Минск

Поступило в Редакцию 15 мая 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 15

12 августа 1989 г.

07

ПСЕВДОГЛУБОКАЯ ГОЛОГРАММА С МНОГОКРАТНОЙ ЗАПИСЬЮ

Ю.Н. Д е н и с ю к, Н.М. Г а н ж е р л и

В работе [1] было введено понятие „псевдоглубокая голограмма“ - наклонная тонкая голограмма, на которой сагиттальной системой пучков зарегистрирован строчечный объект, считываемый при восстановлении голограммы только в пределах соответствующей этому объекту строки. Там же было показано, что такая голограмма по своим свойствам полностью идентична обычной голограмме, зарегистрированной в глубокой трехмерной среде. При этом роль глубины псевдоглубокой голограммы играет ее протяженность вдоль считывающего пучка.

Существенными отличительными особенностями обычной глубокой голограммы являются наличие ассоциативных свойств, а также возможность многократной записи голограмм на одном и том же участке фотоматериала.

Ассоциативные свойства псевдоглубокой голограммы были рассмотрены в работе [2]. Ниже приводятся результаты экспериментов по многократной записи псевдоглубоких голограмм. Соответствующая этому случаю геометрия записи и реконструкции приведена на рис. 1. Объект-строчка " $\alpha_1 - \alpha_n$ ", референтный источник R , а также лучи испущенного ими излучения $RO, \alpha_1 O, \alpha_n O$ лежат в плоскости считывания - плоскость \mathcal{B} на рис. 1 Голограмма располагается

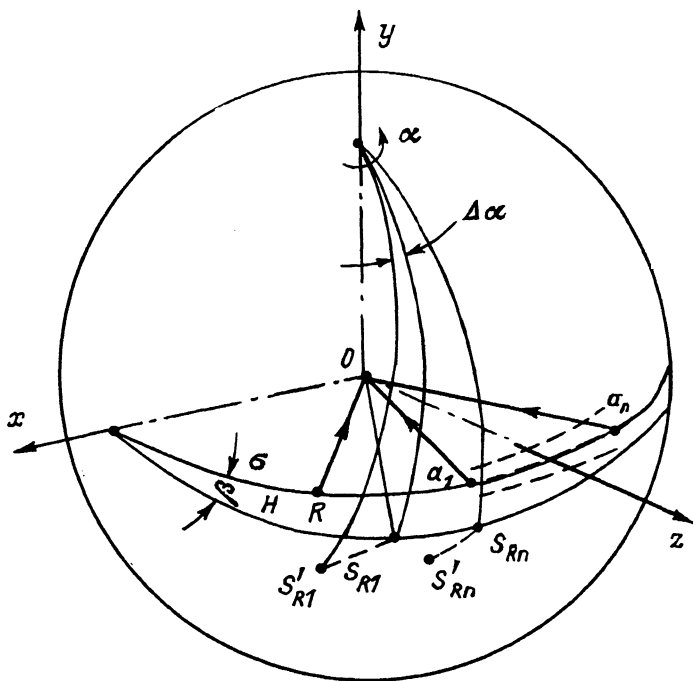


Рис. 1. К геометрии записи и считывания псевдоглубокой голограммы с многократной записью. σ -плоскость, в которой расположен строчечный объект $\alpha_1 - \alpha_n$ и референтный источник R , H - плоскость, в которой расположена голограмма; S_{R1}, S_{Rn} - положение штрихов решеток, записанных на голограмме.

в плоскости H , которая наклонена на угол β по отношению к плоскости σ .

Процесс многократной записи состоит в том, что на фотопластинке H регистрируется картина интерференции излучения данного объекта с излучением референтного источника R . Затем объект заменяется следующим, фотопластинка поворачивается на некоторый угол $\Delta\alpha$ вокруг оси y и запись осуществляется снова. Голограммы, записанные на фотопластинке H , можно характеризовать направлением штрихов составляющих их решеток. Например, направление штрихов решетки, созданной в результате интерференции излучения точки α_1 с излучением референтного источника R , найдем, проведя через середину дуги $R\alpha_1$ и ось y плоскость. Линия пересечения этой плоскости с плоскостью H и определит направление штриха S_{R1} . Аналогично найдем положение штрихов решеток, созданных другими точками объекта, например, штриха S_{Rn} решетки, созданной излучением точки α_n .

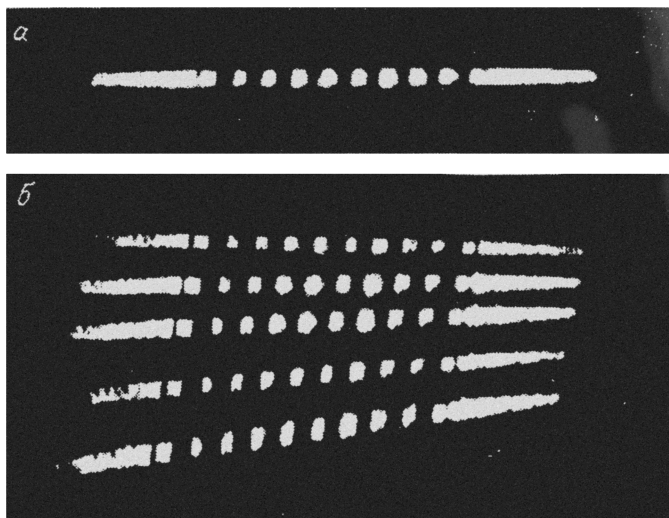


Рис. 2. Фотографии объекта и его изображений, восстановленных псевдоглубокими голограммами, записанными на одном и том же участке фотоматериала.

Голограммы других объектов, соответствующие иным значениям угла поворота фотопластинки H , будут характеризоваться другими системами штрихов. В частности, на рис. 1 штрихи решетки предыдущей записи, для которой угол поворота голограммы вокруг оси y отличается на величину $\Delta\alpha$, обозначены S'_{R1} и S'_{R2} .

На этапе восстановления на голограмму направляется излучение референтного источника R , которое, взаимодействуя с n -й записью, восстанавливает в плоскости \mathcal{B} изображение объекта, соответствующее данному значению угла поворота фотопластинки H . При повороте голограммы H относительно оси y в плоскости \mathcal{B} последовательно восстанавливаются изображения объектов, соответствующие другим значениям угла поворота α .

Следует отметить, что в отличие от обычной глубокой голограммы псевдоглубокая голограмма восстанавливает одновременно все записанные на ней изображения, однако в плоскость считывания \mathcal{B} попадает только то, которое было записано при данном значении угла α . На рис. 1 положения двух таких изображений, находящихся вне плоскости \mathcal{B} , обозначены штриховыми линиями.

Эксперименты по записи и считыванию многократных псевдоглубоких голограмм проводились по схеме, совпадающей с приведенной на рис. 1. В качестве объекта при этом использовалась шель, перед которой был установлен одномерный матовый диффузор. Такой диффузор изготавливался методом нанесения системы продольных ца-

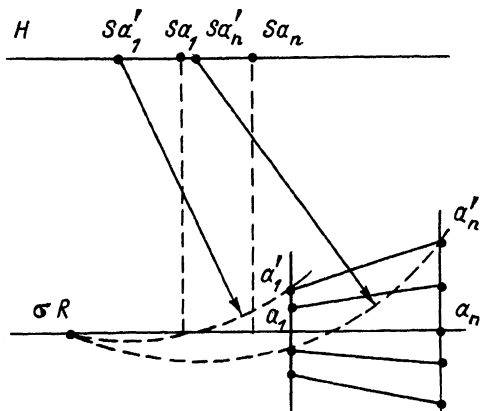


Рис. 3. К графическому методу построения восстановленных псевдоглубокой голограммой изображений. На рисунке изображен с соблюдением масштаба участок сферы, приведенной на рис. 1. σR — плоскость считывания; H — плоскость фотопластинки, R — точечный референтный источник; $a_1 - a_n, a'_1 - a'_n$ — восстановленные изображения; Sa_1, Sa_n, Sa'_1, Sa'_n — штрихи решеток, записанных на голограмме.

рапин на стекло с помощью абразивного круга. Расстояние от объекта до центрального участка голограммы было порядка 110 мм, длина щели была равна 11 мм, ширина — 0.28 мм. Референтный точечный источник R располагался на той же прямой, что и строчечный объект (т.е. при записи голограммы использовалась безлинзовая схема Фурье) и был удален от края объекта на расстоянии 17 мм. Чтобы легче зафиксировать факт восстановления объекта, на щель были нанесены метки в виде непрозрачных промежутков. Объект освещался узким лучом гелий-неонового лазера, предварительно расширенным в одном направлении с помощью дисперсионного расширителя. Голограммы регистрировались на участке фотопластинки, имеющем вид полоски, ширина которой вдоль направления щели составляла 12 мм, а глубина вдоль направления лучей объекта — 5 мм. Угол между поверхностью голограммы и системой лучей объекта (угол β на рис. 1) составлял 10° . Угол поворота голограммы H вокруг оси y при переходе от одной записи к другой (угол $\Delta\alpha$ на рис. 1) был равен 20° .

На рис. 2 изображены фотографии объекта и изображений восстановленных псевдоглубокой голограммой, кратность записи на которой была равна 5. (Для упрощения эксперимента на голограмме записывался один и тот же объект).

При повороте голограммы в сторону сближения ее штрихов с референтным источником R вся система восстановленных ею изображений вращалась против часовой стрелки вокруг точки, в которой пересекаются продолжения строчек, составляющих эту систему.

На рис. 3 приведен метод построения восстановленных псевдоглубокой голограммой изображений. Этот метод основан на законо-

мерностях дифракции света на решетке в случае, когда падающие лучи распространяются вне плоскости, нормальной к ее штрихам, и соответствует приближению, когда угол β и угловые размеры объекта малы. В целом на рис. 3 изображен с соблюдением масштаба участок сферы, приведенной на рис. 1. Однако в данном случае эта сфера рассматривается из точки, где лучи распространяются навстречу наблюдателю, т.е. изображен участок, противоположный приведенному на рис. 1. Изображение $a_1 - a_n$, расположенное в плоскости \mathcal{B} , восстановлено записью, выполненной при положении объекта, референтного источника и голограммы, соответствующем случаю, приведенному на рис. 3. Положение изображения, восстановленного записью, выполненной при каком-либо другом положении голограммы, найдем следующим образом. Восстановив к серединам дуг Ra_1 и Ra_n перпендикуляры до пересечения с плоскостью H , найдем положение штрихов решеток создающих изображения точек a_1 и a_n (sa_1 и sa_n на рис. 3). Положение штрихов решеток, созданных этими же точками в случае, когда голограмма была повернута на угол $\Delta\alpha$, найдем, сместив точки sa_1 и sa_n на расстояние, соответствующее в масштабе углу $\Delta\alpha$ в направлении, соответствующем направлению поворота голограммы. Далее из полученных точек (sa'_1 и sa'_n на рис. 3), проводим через точку R окружности до пересечения с соответствующими им перпендикулярами к точкам a_1 и a_n и таким образом находим положение строчки $a'_1 - a'_n$.

Таким образом, эксперимент подтвердил возможность многократной записи псевдоглубоких голограмм на одном и том же участке фотоматериала. При этом в отличие от обычной глубокой голограммы все записанные на голограмме изображения видны в поле зрения одновременно, что может оказаться существенным при обработке информации с помощью таких голограмм. Чувствительность восстановленного изображения к смещениям голограммы в отличие от случая ассоциативной записи (см. [2]) была невелика.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Д е н и с ю к Ю.Н. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 8. С. 84-89.
- [2] Д е н и с ю к Ю.Н. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 8. С. 84-89.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
6 июня 1989 г.