

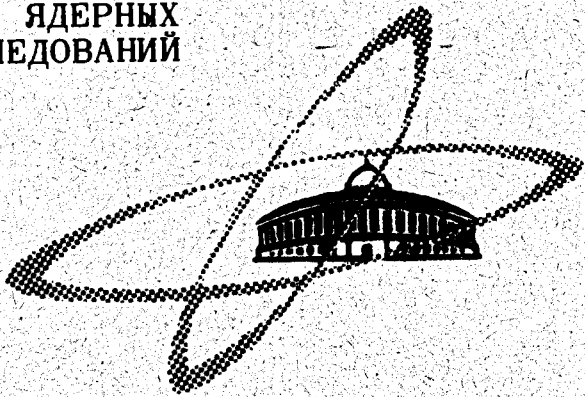
СЗ44/П
С-655

18/V-70

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1-5031



Л.М. Сороко

СПОСОБ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ
ТРЕКОВ ЧАСТИЦ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

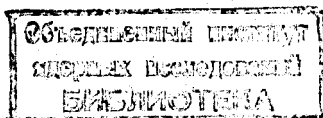
1970

1-5031

Л.М. Сороко

СПОСОБ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ
ТРЕКОВ ЧАСТИЦ

8328/2 чр



В настоящее время наиболее распространенным прибором в ядерной физике является трековая камера. Следы частиц в трековых камерах - Вильсона, диффузионных и пузырьковых - регистрируются путем фотографирования освещенных импульсным источником некогерентного немонахроматического света пузырьков или капель, образующихся вдоль траектории заряженной частицы. Для передачи расположения следов частиц в пространстве используется стереоскопическая система фотографирования, состоящая из одной или нескольких пар широкоугольных фотокамер.

Известны попытки использования в трековых камерах когерентного освещения от лазера /1/. Предложены также голографические системы фотографирования. В одном варианте используется схема голографии Габора /2/, когда опорный и предметный пучок выходят из общей точки. В другом варианте /3/ используется принцип телецентрического переноса объемного изображения в область, непосредственно примыкающую к голограмме. Наконец, экспериментально испытана система получения голограммы треков частиц, основанная на использовании разделенных пучков - опорного и предметного - при освещении камеры импульсным лазером /4/.

Способ фотографирования следов частиц в освещаемых трековых камерах, предлагаемый в данной работе, основан на принципе обобщенной голограммы /5/, позволяющем упростить стадию получения голограммы, и, самое главное, полностью устранить в голографической системе элементы, осуществляющие расщепление пучков.

Основная идея предлагаемого способа состоит в том, что вместо опорного пучка вводится опорный предмет, а вместо обычной голограммы, которая воспроизводит изображение следов частиц на стадии восстановления как бы автоматически, регистрируется обобщенная голограмма. В этом случае стадию восстановления волнового фронта производят с помощью дополнительного пространственного фильтра.

Рис.1 иллюстрирует способ получения обобщенной голограммы (О.Г.) следов частиц (Н.П.) в трековой камере (Т.К.). Когерентный источник (К.И.) освещает объем камеры. Кроме наблюдаемого предмета (Н.П.) – следов частиц в камере – когерентный источник освещает также опорный предмет (О.П.), изготовленный в виде сетки из тонкой светлой проволоки или ярких бусинок, разбросанных по всему объему камеры. Опорный предмет жестко скреплен с неподвижными стенками камеры. Лучи света, отраженные как от опорного, так и от наблюдаемого предмета, пересекаясь, образуют картину интерференции. Распределение интенсивности картины интерференции в плоскости обобщенной голограммы имеет вид /6/

$$I(\vec{x}) = |f_0(\vec{x}) + f_A(\vec{x})|^2 = f_0^2 + f_A^2 + f_0^* f_A + f_0 f_A^* \quad (1)$$

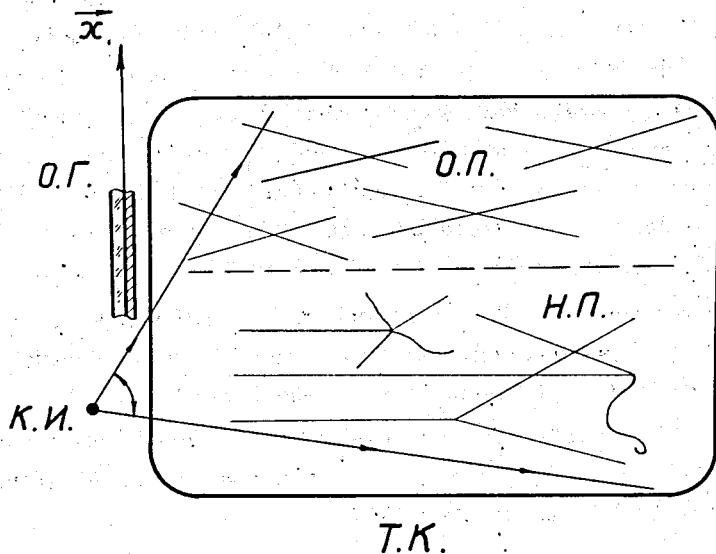


Рис. 1.

где функции $f_0(\vec{x})$ и $f_A(\vec{x})$ являются некоторыми, вполне определенными для заданной геометрии интегральными образами объемной структуры опорного и наблюдаемого предметов, соответственно. Третье и четвертое слагаемые в (1) содержат полную информацию о наблюдаемом предмете.

Стадия наблюдения следов частиц сводится к фильтрации пространственной структуры волны света на стадии восстановления с помощью изготовленного для данного опорного предмета пространственного фильтра. Операция фильтрации состоит из:

1) умножения поля $I(\vec{x})$ на оптический сигнал, создаваемый волной от опорного предмета f_0 ;

2) деления на сигнал интенсивности $I_0(\vec{x})$, создаваемый только одним опорным предметом.

Фильтр, с помощью которого осуществляется операция умножения на оптический сигнал f_0 , изготавливается один раз в отдельном опыте путем получения обычной голограммы с плоским наклонным опорным пучком. Интенсивность, регистрируемая на этой голограмме, равна

$$I_0(x) = |e^{i\omega_0 x} + f_0(x)|^2 = 1 + f_0^2 + f_0^* e^{i\omega_0 x} + f_0 e^{-i\omega_0 x} \quad (2)$$

Последнее слагаемое соответствует вторичному пучку, направленному на стадии восстановления под углом

$$-\theta = -\frac{\omega_0}{2\pi} \lambda \quad (3)$$

к нормали голограммы, где λ - длина волны света, ω_0 - пространственная несущая частота голограммы. В этом слагаемом содержится результат умножения амплитуды просвечиваемой волны на оптический сигнал f_0 .

Пространственный фильтр, с помощью которого осуществляется операция умножения на

$$\frac{1}{|f_0|^2} = \frac{1}{I_0(x)} \quad (4)$$

изготавливается также один раз в другом специальном опыте путем регистрации сигнала интенсивности $I_0(x)$ на фотопластинке, проявленной до коэффициента контрастности $\gamma = +2$, т.е. как негатив /7,8/. В большинстве встречающихся случаев $I_0(x) = \text{const}$.

Сложенные вместе эти два пространственных фильтра действуют как один комбинированный фильтр и обладают в направлении $(-\theta)$ амплитудным пропусканием, равным

$$t(x) = \frac{f_0(x) e^{-i\omega_0 x}}{|f_0(x)|^2} e \quad (5)$$

Амплитуда света за голограммой, снабженной таким комбинированным фильтром, равна

$$\begin{aligned} \xi(x) &= I(x)t(x) = [f_0^2 + f_A^2 + f_0^* f_A + f_0 f_A^*] \frac{[1 + f_0^2 + f_0^* e^{i\omega_0 x} + f_0 e^{-i\omega_0 x}]}{|f_0|^2} = \\ &= \dots + e^{-i\omega_0 x} \frac{f_0}{|f_0|^2} [f_0^2 + f_A^2 + f_0^* f_A + f_0 f_A^*] = \\ &= \dots + e^{-i\omega_0 x} \left\{ f_A + f_0 \left[1 + \left| \frac{f_A}{f_0} \right|^2 \right] + f_0 \frac{f_A^*}{f_0^*} \right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь выписаны явно только те слагаемые, которые характеризуют волну света на стадии восстановления, распространяющуюся под углом $(-\theta)$ и пространственно разделенную от всех невыписанных слагаемых $(+\theta)$ и 0 .

Волна f_A является точной копией волны света, создаваемой наблюдаемым предметом, и образует мнимое изображение наблюдаемого предмета в пространстве.

Волна

$$f_0 \left[1 + \left| \frac{f_A}{f_0} \right|^2 \right] \quad (7)$$

представляет собой искаженную волну света, создаваемую опорным предметом. При этом из-за множителя $\left| \frac{f_A}{f_0} \right|^2$ мнимое изображение опорного предмета несколько размыто и искажено. Эта искаженная волна от опорного предмета не перекрывается с волной света от наблюдаемого предмета f_A только в том случае, если опорный предмет целиком расположен либо в стороне от наблюдаемых следов, либо на других глубинах, т.е. не перекрывается в пространстве в самой камере с треками частиц.

Тогда волна

$$f_0 \frac{f_A^*}{f_0^*} \quad (8)$$

в этих условиях расположена в стороне от искаженной волны (7), противоположной той, где расположена волна f_A .

Работа выполнена в 1968 г.

Л и т е р а т у р а

1. В.М. Горбунков, В.В. Коробкин, А.М. Леонтович. ДАН, 164, №1, 75-77, 1965.
2. J.H. Ward, B.J. Thompson. J.O.S.A., 57, No 2, 275-276 (1967).
3. W.T. Welford. Appl. Optics, 5, No 5, 872-873, 1966.
4. А.П. Комар, В.М. Стабников, Б.Г. Турухано, Н. Турухано. "Голограммы следов заряженных частиц в пузырьковой тяжеложидкостной камере". Препринт ФТН им. Иоффе, 0 79, Ленинград, 1968.
5. George W. Stroke. "A reformulated general theory of Holography", Symposium on Modern Optics, Polytechnic Institute of Brooklyn, March 22-24, 1967.
6. Дж. Строук. "Введение в когерентную оптику и голографию", МИР, 1967.
7. G.W. Stroke and R.G. Zech. Phys. Lett., 25A, No 2, 86-90, 1967.
8. G.W. Stroke, R.G. Zech. Appl. Phys., 7, 764-766, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел

6 апреля 1970 года.