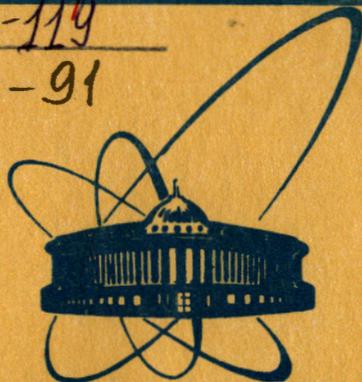


2967/83

83-119

A-91



ЛЯП

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P13-83-119

А.Я.Астахов, Г.М.Комов, В.И.Сидорова,  
И.И.Скрыль, Л.М.Сороко

КОНСТРУКЦИЯ ФУРЬЕ-МИКРОСКОПА  
ДЛЯ ЯДЕРНОЙ ФОТОЭМУЛЬСИИ

1983

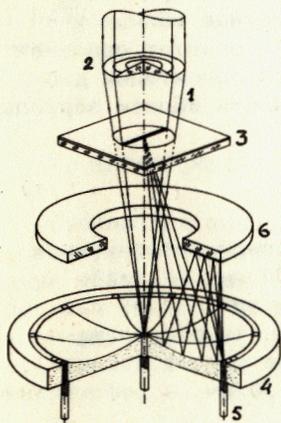
## 1. ВВЕДЕНИЕ

Принцип действия фурье-микроскопа для просмотра ядерной фотоэмульсии и эксперименты, подтверждающие его работоспособность, изложены в [1-4]. В данной работе описана конструкция действующего прототипа фурье-микроскопа, состоящего из оптической части, фотоэлектрической части и электромеханического привода.

## 2. ОПТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ФУРЬЕ-МИКРОСКОПА

На рис.1 дано аксонометрическое изображение оптической части фурье-микроскопа для ядерной фотоэмульсии без вспомогательных конструктивных элементов. Сходящийся пучок света 1 от одномодового гелий-неонового лазера HNA 188 Carl Zeiss, формируемый при помощи фурье-объектива 2, просвечивает слой ядерной фотоэмульсии 3 толщиной 0,2 мм. При этом кроссовер пучка света находится в плоскости вблизи зеркального конденсора 4/3/. Там же формируется дифракционное изображение прямого следа частицы. Плоское зеркало 6 позволяет компактно разместить систему крепления входных торцов световодов в плоскости зеркального конденсора.

Положение слоя ядерной фотоэмульсии по высоте относительно зеркал 4 и 6 юстируют при помощи микровинтов таким образом, чтобы окружность, на которой расположены входные торцы световодов 5, совпала с той окружностью, на которой яркие изображения в виде пятен диаметром 1 мм формируются при помощи зеркального конденсора 4 и плоского зеркала 6.



В центре зеркального конденсора сделано сквозное отверстие диаметром 1 мм, через которое проходит прямой пучок света от лазера. Для уменьшения интенсивности света, дифрагированного на маркировочной сетке в ядерной фотоэмульсии, на царапинах и других макроскопических включениях в фотоэмульсии, зеркальный конденсор накрывается кольцами или кругами из черной бумаги с вырезом в центре для прохода прямого пучка света.

Рис.1. Аксонометрическое изображение оптической части фурье-микроскопа без соблюдения масштаба.

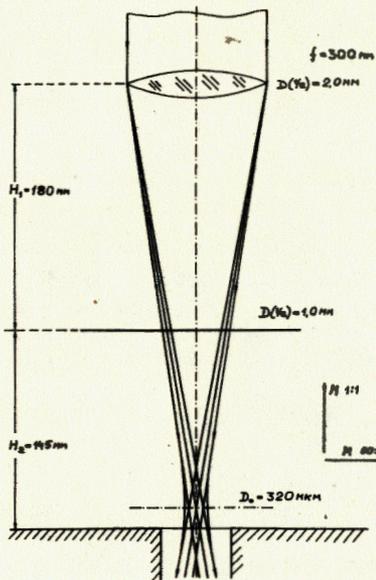
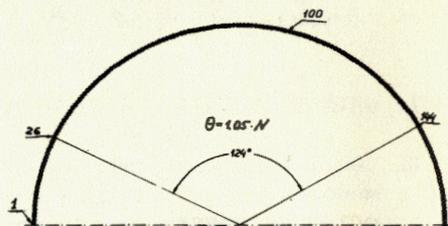


Рис.2. Схема просвечивания слоя ядерной фотоэмульсии. Фокусное расстояние фурье-объектива равно 300 мм.

Рис.3. Схема расположения и нумерации входных торцов световодов фурье-микроскопа.



Изображение, формируемое зеркальным конденсором от прямого следа частицы в месте расположения входных торцов световодов, имеет вид прямоугольника, ширина которого в меридиональном сечении равна ширине прямого трека, а в сагитальном сечении описывается треугольным импульсом с полушириной, равной диаметру поля зрения. Число световодов в описываемой прототипе фурье-микроскопа равно  $N_0 = 343$ , диаметр световода  $a = 1$  мм, а расстояние от оптической оси, на которой лежит второй фокус эллипса зеркального конденсора<sup>3/</sup>, равно 80 мм.

Свет от дифракционного изображения прямого следа, проекция которого на плоскость ядерной фотоэмульсии образует угол  $\theta_{\text{СД}}$  с осью X, входит только в световоды, расположенные вблизи угла  $\theta_{\text{ДФ}} = \theta_{\text{СД}} \pm 90^\circ$ . Номер световода N, в который попадает основная часть света дифракционного изображения, и угол ориентации дифракционного изображения прямого трека в плоскости вблизи зеркального конденсора  $\theta_{\text{ДФ}}$  связаны соотношением:

$$\theta_{\text{ДФ}} = 1,05 \cdot N.$$

11/

На рис.2 приведена схема просвечивания ядерной фотоэмульсии для фурье-объектива с фокусным расстоянием 300 мм. Масштабы вдоль горизонтальной и вертикальной осей отличаются в 50 раз. Эффективный диаметр пучка света от лазера в месте расположения фурье-объектива равен 2,0 мм, эффективный диаметр поля зрения в плоскости ядерной фотоэмульсии составляет 1,0 мм, а эффективный диаметр кроссовера пучка света - 0,3 мм.



Рис.4. Схема расположения и нумерации выходных торцов световодов фурье-микроскопа.

На рис.3 показано расположение и дана схема нумерации входных торцов световодов фурье-микроскопа, принятая в описываемой конструкции. В первых экспериментах световоды заполняли ячейки с номерами  $26 \leq N \leq 144$ . На рис.4 показано расположение и дана схема нумерации соответствующих выходных торцов световодов. Число элементов полной матрицы световодов равно  $16 \times 22$ , а размеры матрицы -  $23 \times 33$  мм. Длина каждого световода равна 300 мм.

### 3. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ФУРЬЕ-МИКРОСКОПА

Изображение матрицы световых сигналов фурье-микроскопа на выходных торцах световодов формировалось при помощи фотообъектива с фокусным расстоянием 35 мм на светочувствительной матрице ПЗС передающей телевизионной камеры<sup>5/</sup>. Видеосигнал с телевизионной камеры подвергался дискриминации по амплитуде и подавался на экран телевизора. При определенном значении уровня дискриминации глаз наблюдателя видит точечный сигнал на темном фоне в том месте экрана телевизора, который соответствует выбранному световоду при заданной ориентации следа частицы.

Сопряжение телевизионной камеры на основе ПЗС с ЭВМ осуществлялось при помощи интерфейса<sup>6/</sup>, который содержит компаратор с изменяемым порогом дискриминации. Программно могут быть заданы 256 градаций, а ручным способом - 1000 градаций уровня дискриминации.

### 4. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ПРИВОД ФУРЬЕ-МИКРОСКОПА

Стеклянная пластина размером  $100 \times 200$  мм со слоем ядерной фотоэмульсии жестко крепится в вилке и перемещается при помощи двух прецизионных кареток: X - каретка имеет ход 200 мм, Y - каретка - 100 мм. Положение каждой каретки регистрируется при помощи двух датчиков на дифракционных решетках с ценой отсчета 2,5 мкм. Значения координат кареток определяются реверсивными 20-разрядными счетчиками импульсов.

На рис.5 дан общий вид фурье-микроскопа.



Рис.5. Внешний вид действующего прототипа фурье-микроскопа.

В заключение авторы выражают признательность С.А.Бунятову, Ю.А.Батусову и В.И.Сняткову за внимание и повседневную помощь. Авторы благодарны А.Т.Василенко и Н.С.Толстому за помощь при проведении конструкторских разработок фурье-микроскопа, В.Г.Сазонову - за повседневное внимание в процессе создания фурье-микроскопа, А.И.Чернецкому, А.И.Малинину и А.П.Щербакову за изготовление сложных деталей фурье-микроскопа, Н.П.Бовину и В.Я.Рубцову - за настройку электромеханического привода фурье-микроскопа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сороко Л.М. ОИЯИ, Б1-13-81-229, Дубна, 1981.
2. Люков В.В., Сороко Л.М. ОИЯИ, Б1-13-81-312, Дубна, 1981.
3. Сороко Л.М. ОИЯИ, Б1-10-82-808, Дубна, 1982.
4. Сороко Л.М. ОИЯИ, Б1-10-82-809, Дубна, 1982.
5. Березин В.Ю. и др. Техника кино и телевидения, 1977, № 6, с.54.
6. Астахов А.Я., Комов Г.М. ОИЯИ, Р10-80-227, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
28 февраля 1983 года.

Астахов А.Я. и др.

P13-83-119

Конструкция фурье-микроскопа для ядерной фотоэмульсии

Описана конструкция фурье-микроскопа для ядерной фотоэмульсии, состоящего из оптической части, фотоэлектрической части и электромеханического привода. Оптическая часть содержит фурье-объектив, зеркальный конденсор с асферической поверхностью и систему световодов. Приведена связь между ориентацией прямого следа частицы и номером световода, в который входит свет, дифрагированный на прямом следе частицы. Эффективный диаметр поля зрения в данной конструкции равен 1 мм, а кроссовер пучка света - 0,3 мм. Фотоэлектрическая часть фурье-микроскопа состоит из светочувствительной матрицы в виде прибора с зарядовой связью /ПЗС/, интерфейса и компаратора с переменным порогом дискриминации на 1000 градаций. Электромеханический привод фурье-микроскопа содержит две прецизионные каретки и систему определения их положения с ценой отсчета 2,5 мкм. Дан общий вид фурье-микроскопа. Описанная система предназначена для автоматизированного просмотра ядерной фотоэмульсии.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Astakhov A.Ya. et al.

P13-83-119

Design Description of Fourier-Transform Microscope for Nuclear Emulsion

The design of the Fourier-Transform (FT) microscope for nuclear emulsion which includes the optical, the photoelectrical and the electro-mechanical parts is described. The optical part of the FT-microscope includes the Fourier-Transform (FT) objective, the mirror condenser with aspherical surface and the system of light-pipes. The relation between the orientation of the straight line track and the index of the light-pipe into which the light diffracted on the straight-line track goes is presented. The effective diameter of the field of view of this design of the FT-microscope is equal to 1 mm, and the crossover of the light beam - to 0.3 mm. The photoelectrical part of the FT-microscope includes the light-pick-up matrix made of the charge-coupled device (CCD), the interface and the comparator of variable threshold with 1000 quantization levels. The electro-mechanical drive of FT-microscope includes two precise carriages and the position indicator with the scale reading of 2.5  $\mu$ m. The general view of FT-microscope is given. The described design is intended for automatic scanning of the nuclear emulsion.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.