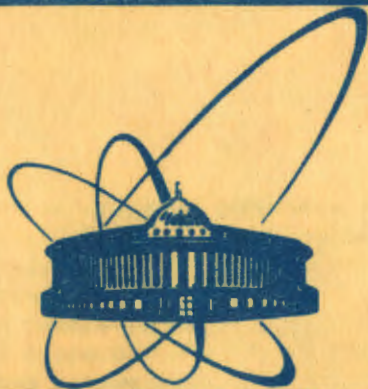


82-906



сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

1491/83

21/3-83

13-82-906

С.Высочил, М.Малы,* А.Микш*

СИСТЕМА ПРЯМОГО ФОТОГРАФИРОВАНИЯ
СПЕКТРОМЕТРА РИСК

* Физический институт ЧСАН.

1982

Для регистрации событий в чувствительном объеме $X, Y, Z = 4600 \times 920 \times 800 \text{ мм}^3$ на спектрометре РИСК в настоящее время используется оптическая система с двухкаскадными усилителями изображения - электрооптическими преобразователями /ЭОП/ ^{1/1/}. Объем камеры разбит на четыре части и каждая фотографируется одной стереопарой объективов с ЭОП. Таким образом, для события, которое развивается по всему объему камеры, необходимо обрабатывать восемь отдельных проекций /четыре стереопары/ и провести три "сшивания" треков. Тот факт, что объем камеры разбит на части, усложняет не только математическую обработку, но и просмотр.

Единственным преимуществом системы с ЭОП является то, что она позволяет работать с фотопленкой небольшой чувствительности /27 ДИН/ и с малой апертурой съемочных объективов /1:8/. Недостатки такой системы:

а/ ЭОП вносит в изображения большую дисторсию несимметричной формы, которая особенно сильно сказывается на краю кадра, где происходит "сшивание" треков;

б/ с изменением магнитного поля меняется и дисторсия ЭОП;

в/ небольшой рабочий диаметр ЭОП - 23 мм - не позволяет снимать весь объем камеры на один кадр.

Все эти недостатки усложняют обработку событий и, что более важно, отрицательно сказываются на точности физических результатов.

На основе опыта с обзорным кадром ^{1/2/} был проведен расчет специального объектива, с помощью которого можно осуществить съемку всего объема камеры одной стереокамерой без применения ЭОП. Характеристики такой системы описываются в настоящей работе.

1. ОБЩАЯ СХЕМА

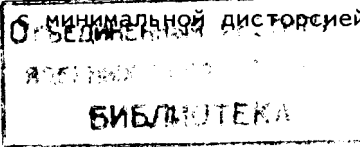
На рис.1 показана схема новой системы фотографирования объема стримерной камеры РИСК. Для обеспечения максимальной точности результатов в ней соблюдены следующие принципы:

а/ съемка объема камеры производится без применения зеркал;

б/ оптическая ось отдельных стереопроекций находится на краю кадра /рис.2/ и печатается на каждом кадре;

в/ все оптические константы определяются прямым измерением и обеспечены юстировкой оптической системы;

г/ оптическая система каждого фоторегистратора снимает весь объем на один кадр /рис.2/ с минимальной дисторсией /0,1%/.



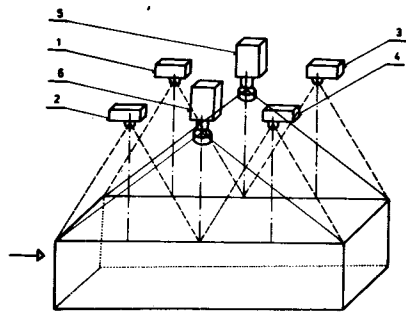


Рис.1. Схема системы фотографирования: 1,2,3,4 - телевизионные камеры для бесфильмового съема; 5,6 - фоторегистраторы с объективами для прямого фотографирования.

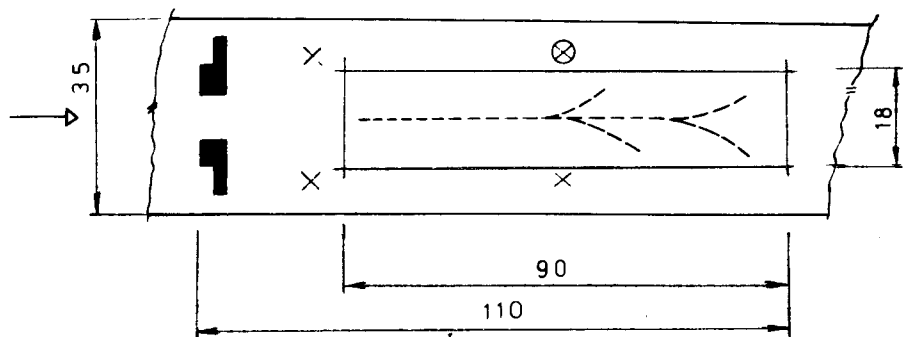


Рис. 2. Размещение кадра на фотопленке.

2. ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОТОРЕГИСТРАТОРОВ

Для фотографирования без ЭОП и регистрации всего объема камеры на один кадр был рассчитан специальный десятилинзовый объектив R-2A, $f' = 80$ мм, со светосилой 1:1,3, полем зрения 57° и максимальной дисторсией 0,1% /рис. 3/. Последним элементом объектива является кварцевая пластина с реперными метками. К ней прижимается эмульсионная поверхность фотопленки.

Светосила объектива 1,3 позволяет при использовании пленки с чувствительностью, которая в три раза больше - 32 ДИН, регистрировать стримеры такой же яркости, как и при применении ЭОП. Фотопленка прижимается к выравняющей кварцевой пластине с реперными метками.

На рис.4 дан график диаметра кружка рассеяния в зависимости от глубины фотографирования. На нижней оси приведен различный диаметр стримера. При увеличении яркости стримера или при использовании более чувствительной пленки, чем 32 ДИН, и при диафраг-

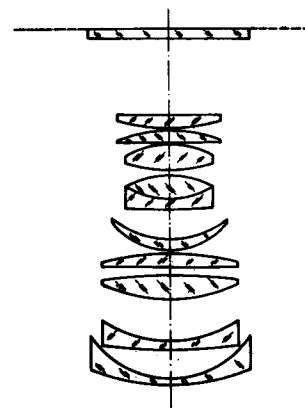
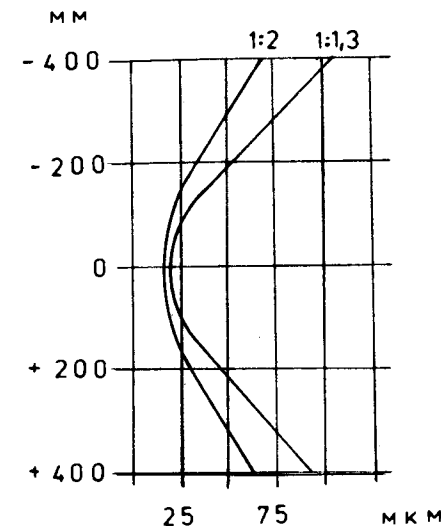


Рис.3. Схема объектива.

Рис.4. Глубина резкости объектива.



мировании объектива на светосилу 1:2 можно получить хорошее разрешение по всей глубине камеры.

На рис.5 показано влияние остаточной дисторсии объектива на изображение трека. Ложная кривизна трека равна 5500 м, что представляет собой стрелку прогиба в пространстве камеры 0,5 мм на длине 4500 мм и, соответственно, на пленке 10 мкм на длине 90 мм. Если даже не учитывать этой дисторсии, получаются следующие ошибки в импульсах треков:

6 ГэВ	0,24%
12 ГэВ	0,48%
40 ГэВ	1,6%.

Для обеспечения максимальной точности и исключения ошибок, вносимых деформацией пленки, возникающей при проявлении, хранении или просмотре, необходимо иметь на кварцевой пластине реперные прямые и кресты.

Таким образом, при съемке двух кадров за импульс ускорителя /800 кадров в час/ расход фотопленки для двух фоторегистраторов - 176 м/час. Это составляет 50% расхода пленки при существующей системе фотографирования спектрометра РИСК. Кроме того, в экономический эффект нужно также включить упрощение просмотра, измерения и математической обработки пленки.

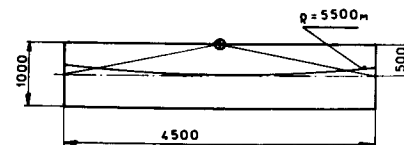


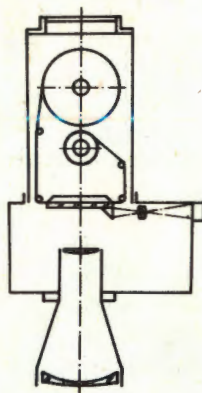
Рис.5. Влияние остаточной дисторсии объектива на изображение трека.

Оптические характеристики объектива
для прямого фотографирования R - 2A

Фокусное расстояние объектива	80 мм
Светосила	1:1,3
Высота фотографирования	4360 мм
Угол поля зрения	57°
База фотографирования L_x	900 мм
Максимальная дисторсия до 2/3 поля зрения	0,1%
Максимальная дисторсия на краях поля зрения	0,3%
Число объективов	2

3. ФОТОРЕГИСТРАТОРЫ

В качестве лентопротяжного механизма предлагается применение модифицированных пневматических регистраторов водородной камеры



"Людмила"^{11/3/}, которые полностью проверены в течение длительной эксплуатации /десяти лет/; их изготовление не вызывает больших затрат.

Система регистратора обеспечивает съемку до трех кадров за импульс ускорителя /в зависимости от триггера/. На рис. 6 приведена оптическая система одного объектива с регистратором.

Рис. 6. Оптическая система одного объектива с регистратором.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность дирекции ФИ ЧСАН и ЛЯП ОИЯИ за полезные обсуждения и интерес к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Е.М. и др. ОИЯИ, 13-8550, Дубна, 1975.
2. Андреев Е.М. и др. ОИЯИ, Б1-13-12866, Дубна, 1979.
3. Буланов Н.Ф. и др. ОИЯИ, 13-7254, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 декабря 1982 года.

Высочил С., Малы М., Микш А.

13-82-906

Система прямого фотографирования спектрометра РИСК

Описывается система прямого фотографирования чувствительного объема 5-метрового струйного спектрометра РИСК без электрооптических преобразователей /ЭОП/. Каждый из широкоугольных объективов фотографирует следы частиц из всего объема на один кадр. Новой системой, в отличие от существующей, увеличивается точность реконструкции за счет устранения дисторсии несимметричной формы, вносимой ЭОП, и одновременно упрощается обработка फिल्मовой информации.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Vuskočil S., Malý M., Mikš A.

13-82-906

A System of Direct Photography of RISK Spectrometer

A system of direct photographing of the fiducial volume of 5 m RISK streamer spectrometer without image converters is described. Each of objectives represents tracks of particles from the whole volume of streamer chamber on one photograph. In comparison with the previous system the new one provides a better accuracy of the geometrical reconstruction due to elimination of nonsymmetrical distortion coming from the image converters and at the same time the evaluation of photographs becomes simpler.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.