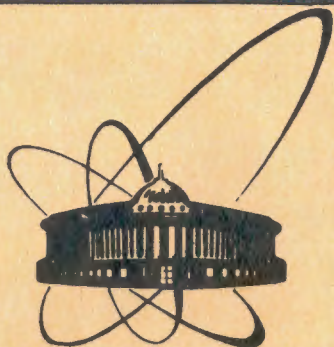


85-265



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна**

P13-85-265

В.Н.Алмазов, Н.Л.Герасимова,* В.В.Глаголев,
В.Н.Глущенко, А.А.Гулюгин,* Э.В.Козубский,
Р.М.Лебедев, Э.М.Лившиц,* Д.М.Румянцев,*
М.М.Русинов,* И.С.Саитов, В.П.Сергеев

**ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
100-САНТИМЕТРОВОЙ
ВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ**

* Ленинградский институт точной механики
и оптики

1985

ВВЕДЕНИЕ

100-сантиметровая водородная пузырьковая камера ЛВЭ^{1/1}/далее ВПК-100/ является одной из базовых экспериментальных установок, размещенных в пучках синхрофазотрона. В серии различных экспериментов начиная с 1964 на ВПК-100 для исследований процессов взаимодействия ускоренных частиц с водородом было получено около 3 млн стереофотографий при облучении камеры в пучках π^- -мезонов /5 ГэВ/с/, дейтронов /3,37 ГэВ/с/, нейтронов /2,5÷5 ГэВ/с/, ядер гелия /8 ÷ 14 ГэВ/с/ и кислорода /3,5 ГэВ/с/нуклон/. Обработка пленочной информации и анализ экспериментальных данных с ВПК-100 осуществляют в сотрудничестве с ЛВЭ ОИЯИ научно-исследовательские группы ИЯИ /Варшава/, ИФЭ САН /Кошице/, Университета им. П.И.Шафарика /Кошице/, ФИАН СССР /Москва/, ЦЯИ /Страсбург/, ИФВЭ ТГУ /Тбилиси/.

В ближайшие годы предстоит реализация широкой программы исследований в области релятивистской ядерной физики с применением ВПК-100.

Столь продолжительная жизнь экспериментальной установки обеспечена не только удачным выбором и хорошим исполнением ее конструкции, но и постоянной работой по ее усовершенствованию. В данном сообщении дается краткое описание оптических систем ВПК-100 после их модернизации, которая была проведена ради достижения следующих целей.

Во-первых, обеспечение возможности обработки на сканирующих автоматах всех четырех снимков стереоквартета, так как ранее только два из четырех снимков имели необходимую служебную информацию и поэтому были доступны для автоматизированной обработки^{2,3/}. Во-вторых, перевод аппаратуры на перфорированную пленку шириной 50 мм, что приводит к существенной экономии эксплуатационных расходов. В-третьих, снижение уровня систематических искажений за счет уменьшения суммарной толщины стекол-иллюминаторов и повышение качества изображений следов частиц. В-четвертых, повышение срока службы аппаратуры за счет применения выравнивающих стекол из кварцевого стекла. И, наконец, в-пятых, упрощение технологии сборки аппаратуры в период профилактики.

В ходе модернизации принципиальная оптическая система ВПК-100 осталась прежней^{2,3/}, а конструктивное исполнение почти всех ее элементов было обновлено.

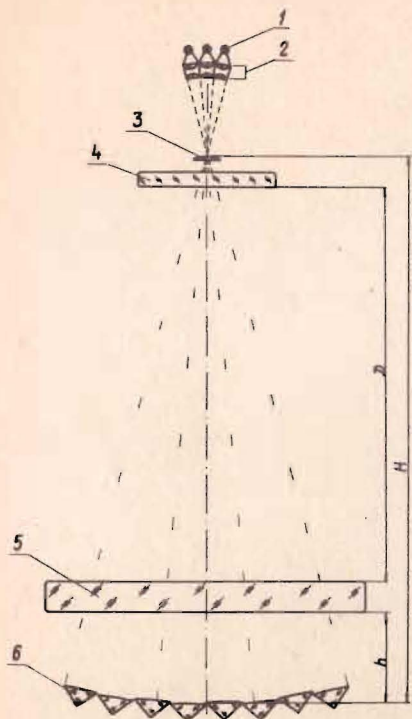


Рис.1. Схема авторефлекторного темнопольного освещения ВПК-100. 1 - импульсная лампа ВQ×85, 2 - конденсор, 3 - коллектив, 4 - стекло-иллюминатор вакуумного кожуха камеры, 5 - стекло-иллюминатор корпуса камеры, 6 - призматический растр полного внутреннего отражения.

1. СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ

В ВПК-100 применена темнопольная авторефлекторная система освещения с призматическим растром полного внутреннего отражения^{4/}, которая представлена на рис.1. Световой поток от трех импульсных ламп ВQ×85 падает на растр, составленный из 8 асферических призматических элементов, и отражается обратно. Полезное освещение объема камеры производится при обратном ходе светового потока от растра.

Световой поток в прямом ходе к растру образует так называемые мнимые изображения пузырьков, ослабление яркости которых примерно на порядок, по сравнению с действительными изображениями следов частиц, достигается благодаря потерям света за счет неполного внутреннего отражения и поглощения света от мнимых изображений в призмах растра.

В области расположения коллектива осветителя установлен хроматический светофильтр КС-10 и регулируемая диафрагма, а в области конденсоров - полевая диафрагма, ограничивающая световой поток по контуру растра.

Конструкция растра и его расположение в корпусе камеры представлены на рис.2 и 3. Элементы растра установлены на жесткой плите и прижаты к посадочным местам фигурными пластинчатыми пружинами, однозначно фиксирующими их в отъюстированном положении. Такое крепление элементов растра обеспечивает сохранность взаимного расположения элементов растра и не требует поэлементной юстировки растра при сборке.

Основное преимущество описанной системы освещения - это возможность освещать и фотографировать следы частиц через одно окно, что выгодно для достижения более однородной топографии магнитного поля из-за близкого к фотографируемому объему расположения полюса электромагнита. Важнейшее преимущество призматического растра полного внутреннего отражения - это отсутствие



Рис.2. Призматический растр полного внутреннего отражения.

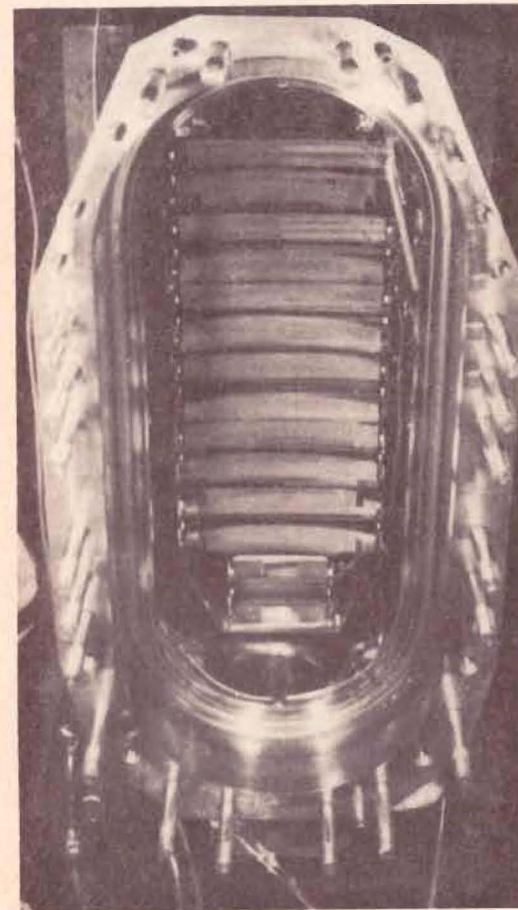


Рис.3. Призматический растр в корпусе камеры.

покрытий на его элементах, что способствует достижению и сохранению чистоты в рабочем объеме пузырьковой камеры.

2. СИСТЕМА ФОТОГРАФИРОВАНИЯ

Рабочий объем ВПК-100 фотографируется посредством четырех фотокамер, оптические оси которых параллельны между собой и ортогональны границе раздела сред стекло-водород. Система фотографирования представлена на рис.4 - 6. На рис.7 представлен вид табло служебной информации, а на рис.8 - оптиче-

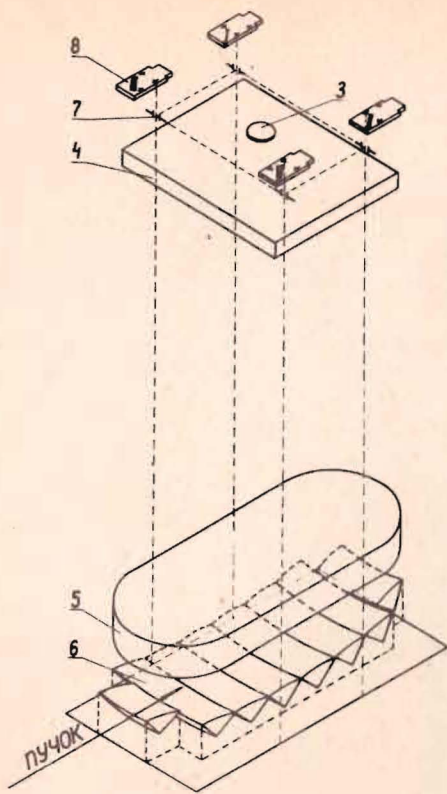


Рис.4. Схема стереоскопического фотографирования ВПК-100: /1 - 6 - то же, что на рис.1/, 7 - объектив фотограмметрической камеры, 8 - выравнивающее стекло фотограмметрической камеры.

ская система фотографирования табло служебной информации на четыре кадра.

Фотограмметрические камеры выполнены в виде автономных блоков, включающих съемочный объектив, выравнивающее стекло с призмой для фотографирования служебной информации, шесть микрообъективов для проецирования в плоскость фотоснимка изображений реперных крестов внутреннего ориентирования. Конструкция этих фотограмметрических камер представлена на рис.9. В фотограмметрических камерах установлен специальный объектив, который рассчитан с учетом компенсации геометрических искажений, вносимых средами в пространстве фотографирования, а также достижения

Рис.5. Схема фотографирования и съемочного объектива.

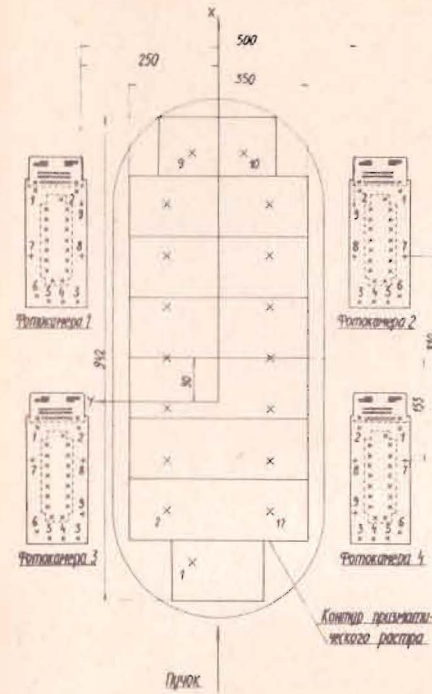
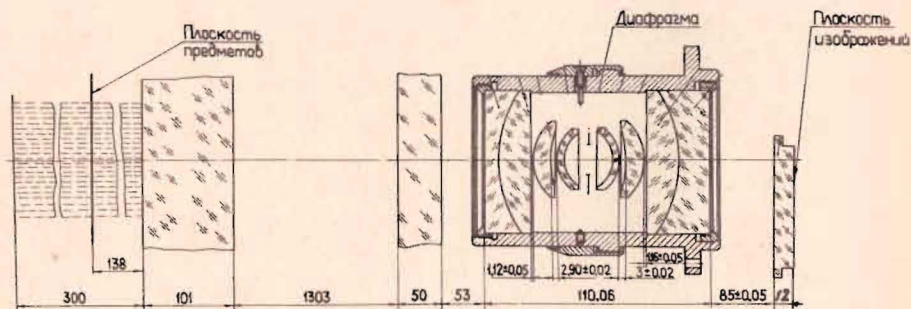


Рис.6. Взаимное расположение фотографируемого объема ВПК-100 и фотограмметрических камер в плане /вид по направлению фотографирования/. На рисунке представлены контур призматического раstra, реперные кресты и изображение табло служебной информации.

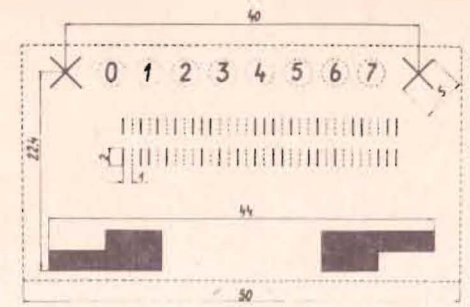


Рис.7. Табло служебной информации. Размеры на рисунке относятся к изображению на фотопленке.

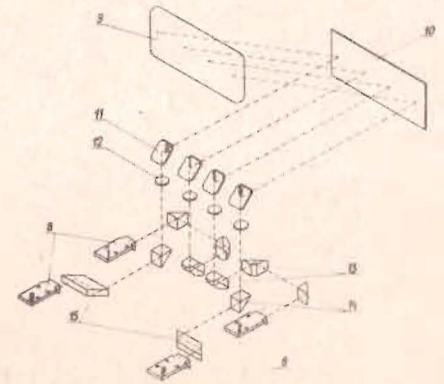


Рис.8. Схема фотографирования табло служебной информации на четыре фотоснимка. /1÷8-то же, что на рис.1,4/. 9 - табло служебной информации, 10 и 11 - плоские зеркала, 12 - объективы "Ортонаир", 13-15 - призмы.

хорошего качества изображения. В объективах установлены ирисовые диафрагмы с пределами изменения относительных отверстий от 1/6,8 до 1/32.

На поверхности выравнивающего стекла /плоскости изображения/ фотокамеры выполнены технологические кресты, один из которых определяет положение оптической оси фотокамеры. Эти кресты вместе с подсвечиваемыми посредством волоконных световодов реперными крестами внутреннего ориентирования служат базой для определения взаимного расположения квартета фотограмметрических камер и определения оптических констант системы фоторегистрации ВПК-100.

Задача ориентирования блока фотограмметрических камер отно-

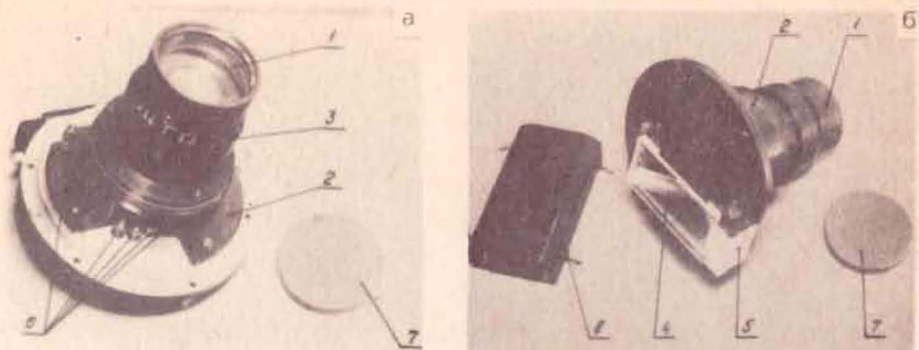


Рис.9. Фотограмметрическая камера: а - вид со стороны объектива, б - вид со стороны выравнивающего стекла. 1 - объектив, 2 - корпус объектива, 3 - кольцо диафрагмы, 4 - выравнивающее стекло, 5 - призма для фотографирования табло служебной информации, 6 - микрообъективы для фотографирования изображений реперных крестов, 7 - крышка объектива, 8 - крышка камеры.

сительно стекла-иллюминатора корпуса ВПК-100 решается посредством специального автоколлиматора, устанавливаемого на базовую плиту фотокамер, которая, в свою очередь, установлена на трех регулируемых опорах на вакуумном кожухе ВПК-100.

Оптическая аппаратура ВПК-100, общий вид которой представлен на рис.10, обеспечивает также возможность визуального обзора фотографируемого объема камеры посредством зрительной трубы с увеличением 1:1. На рис.11 представлен фотоснимок следов частиц в ВПК-100.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТУРЫ

Фотографируемый объем ВПК-100	- 960x360x295 мм
Число фотограмметрических камер	- 4
Базисы фотографирования /мм/	- 500/поперечный/и 310
Фокусное расстояние объективов	- 136,9 мм
Угол поля зрения объективов	- 53°
Относительное отверстие объектива	- 1/6,8 ÷ 1/32
Разрешающая способность объектива при 1/6,8	- 270л/мм визуальная
Расстояние от входного зрачка объектива до переднего плана фотографирования /расчетное/	- 1556,9 мм

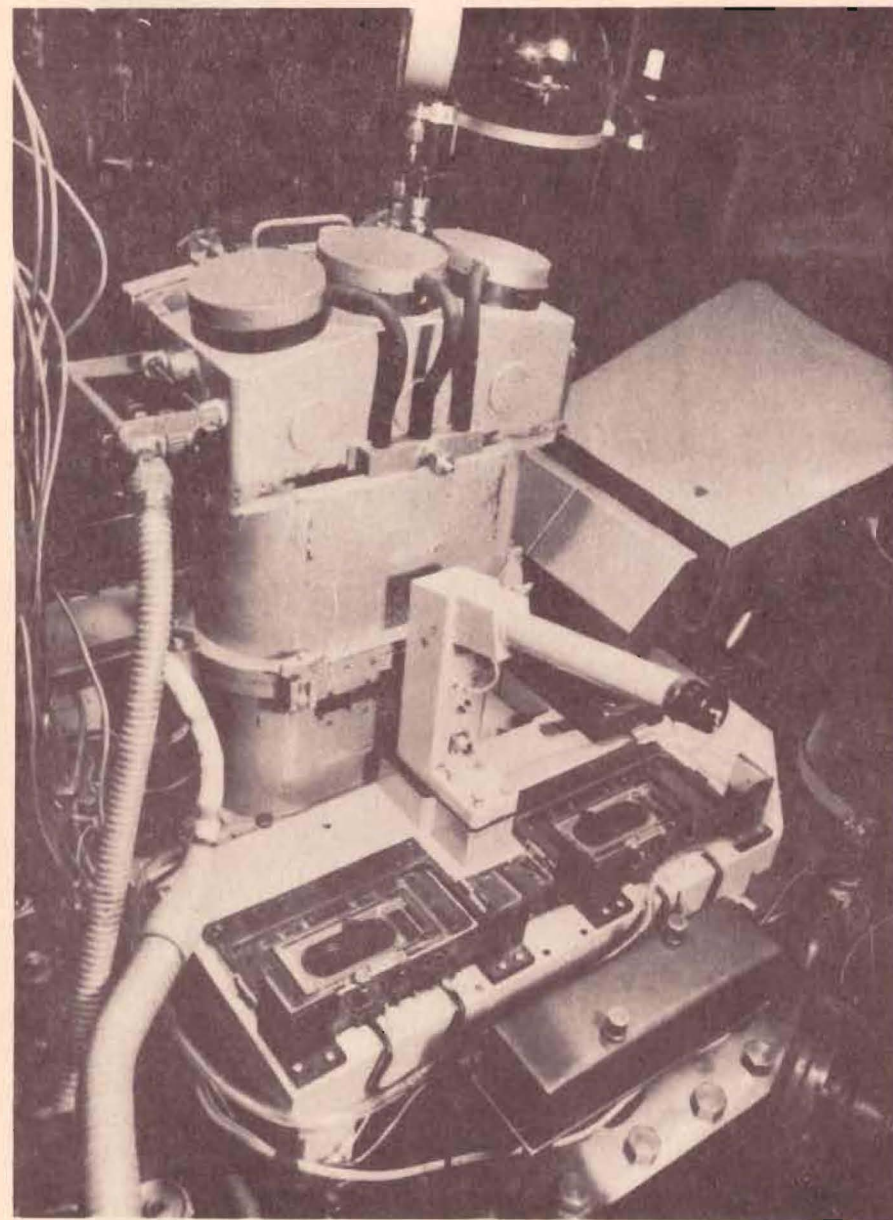


Рис.10. Стерефотограмметрическая установка ВПК-100 /вид на выравнивающие стекла двух фотограмметрических камер, осветитель и автоколлимационную трубу /.



Рис.11. Контактный фотоснимок следов частиц в ВПК-100.

Фокусные расстояния фотограмметрических камер, измеренные на гониометрической установке с применением сетки Готье, составляют

- 148,3, 148,3, 148,0 и 148,1
- /113+25/x45 мм.
- 140 мм
- 50 мм.
- 500 мм.
- 1/10.

Размер кадра
Шаг протяжки пленки
Ширина пленки

Фокусное расстояние в системе фотографирования служебной информации
Масштаб изображения табло служебной информации

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная аппаратура имеет ряд преимуществ в сравнении с ранее использовавшейся на ВПК-100^{3/}: весь стереоквартет фотоснимков доступен для измерений на сканирующих автоматизированных приборах, так как каждый из снимков имеет служебную информацию в установленной форме: повышена долговечность фотокамер, так как выравнивающие стекла фотокамер выполнены из кварцевого стекла КВ; фотографирование служебной информации с одного табло на все четыре фотоснимка исключает возможность рассогласования номера снимка на разных проекциях; соцветность изображений реперных крестов внутреннего ориентирования и следов частиц упрощает процедуру обмера изображений; снижен уровень систематических искажений, так как суммарная толщина стекол-иллюминаторов меньше на 100 мм, а объективы специально рассчитаны с условием компенсации геометрических искажений в заданных условиях фотографирования.

Работа по модернизации оптических систем ВПК-100 была выполнена большим коллективом сотрудников ЛВЭ и ЛИТМО.

Авторам приятно поблагодарить академика А.М.Балдина за постоянную поддержку в работе, а также выразить признательность всем сотрудникам, оказавшим помощь в работе, и особенно М.Малы, В.И.Морозу, Б.К.Курятникову, Е.А.Матюшевскому, Б.С.Куликову и Ю.И.Сусову.

ЛИТЕРАТУРА

1. Belonogov A.V. et al. Nucl. Instr. and Meth. 1963, 20, p.114.
2. Глаголев В.В. ОИЯИ, 13-3031, Дубна, 1966; ПТЭ, 1967, № 5, с.170.

3. Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, 13-3633, Дубна, 1967;
ПТЭ, 1968, № 3, с.225.
4. Малы М. Авт.свид. СССР № 158030 от 24.03.62 г., Бюл.ОИПОТЗ,
1963, № 20, с.27.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.
Theoretical physics.
Experimental techniques and methods.
Accelerators.
Cryogenics.
Computing mathematics and methods.
Solid state physics. Liquids.
Theory of condensed matter.
Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

JINR Rapid Communications will be issued regularly.



Рукопись поступила в издательский отдел
11 апреля 1985 года

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпротампт, п/я 79.

Алмазов В.Н. и др.

P13-85-265

Оптические системы 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры

Дано описание оптических систем 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры Лаборатории высоких энергий ОИЯИ. Камера имеет авторефлекторную систему темнопольного освещения с призматическим растром полного внутреннего отражения и стереофотограмметрическую аппаратуру. Эта аппаратура включает четыре фотограмметрические камеры со специальными объективами, разработанными с учетом компенсации искажений сред в пространстве объекта, и выравнивающие пластинки из кварцевого стекла. В аппаратуре обеспечивается в печать в кадр служебной информации, необходимой для измерения координат следов на сканирующих автоматизированных приборах.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Almazov V.N. et al.

P13-85-265

Optical System of the 100 cm Hydrogen Bubble Chamber

Optical system of the 100 cm hydrogen bubble chamber of JINR Laboratory of High Energies are described. The chamber has a retrodirective system of darkfield illumination with prismatic raster of total internal reflection and a stereophotogrammetric apparatus. It includes four photogrammetric cameras with special lenses elaborated making allowance for the compensation of medium distortions in the object space and smoothing plates prepared from quartz glass. Registration of auxiliary information for measurement of track coordinates on scanning automatic devices is provided.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1985