РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
им.Б. П. КОНСТАНТИНОВА

Препринт 2784

В. В. Добырн, Е. А. Котиков, Ф. Г. Лепехин

Система считывания координат микроскопа МПЭ-11 в память ЭВМ

Гатчина-2008

УДК 159.172.17

System of reading of coordinates microscope MPE-11 in a computer memory

V. V. Dobyrn, E. A. Kotikof, F. G. Lepekhin

A b s t r a c t

The system of reading of coordinates microscope MPE-11 in a computer memory on a command of an operator is described which is a lot of years used in PNPI of for deriving a concrete information about the mechanism of fragmentation the relativistic nucleus in the published work. This system was modernized in flowing year. Now coordinates are transmited in the computer with use of language DELPHI-7. The new system is tested at a measurement of angles of a second two-charge fragments of the relativistic nuclei of sulfur with an energy 200 GeV on a nucleon.

А н н о т а ц и я

Описывается система считывания координат микроскопа МПЭ-11 в память ЭВМ по команде оператора, которая много лет используется в ПИЯФ РАН для получения конкретной информации о механизме фрагментации релятивистских ядер в опубликованных работах. Эта система была модернизирована в текущем году. Теперь координаты микроскопа передаются в ЭВМ с использованием языка DELPHI-7. Новая система опробована при измерении углов вылета вторичных двухзарядных фрагментов релятивистских ядер серы с энергией 200 ГэВ на нуклон.

Введение

Основоположники фотометода работали на обычных микроскопах для биологических исследований [1, 2]. Появление эмульсионных камер остро поставило проблему уменьшения трудоемкости обработки событий, в них обнаруживаемых. Для этого в начале 60-х годов на ведущей приборостроительной фирме "ЛОМО" были созданы первые полуавтоматические микроскопы для ядерных исследований [3, 4]. В то время эра широкого использования ЭВМ в практике Лабораторий, работающих с эмульсиями, еще не наступила. Поэтому первые макеты микроскопов (МИГЭ-1) имели специализированное вычислительное устройство (ВУМ-1), которое, по команде оператора, вычисляло углы и пробеги частиц в эмульсии по координатам с датчиков микроскопа. Для этого на микроскопе были установлены датчики, преобразующие поступательное движение в угол поворота. Датчики типа вал-цифра имели 13 двоичных разрядов.

Микроскоп был снабжен довольно сложной механической системой, которая и преобразовывала поступательное движение вдоль координат X, Y, Z в угол поворота датчика. Существенно, что точность линейного перемещения обуславливалась объективом микроскопа, так как она происходит в пространстве изображения, а не в пространстве предмета. Полная аналогия с известной окулярной насадкой АМ9-4.

В дальнейшем от довольно сложных двоичных датчиков типа вал-цифра пришлось отказаться. Их эксплуатация оказалась невыгодной. Они слишком часто выходили из строя, а ремонт их был довольно сложным делом. При этом механическая система преобразования поступательного движения в угол поворота датчика сохранилась. Только датчик был поставлен другой, значительно более простой. О нем и будет рассказано далее подробно.

Кроме этого, использовавшаяся электронная система для записи числа на ленту перфоратора так же была заменена на другую, более совершенную. Она записывала числа непосредственно в память ЭВМ. В этой редакции микроскоп использовался при получении данных о фрагментации релятивистских ядер неона [5].

Наконец и эра перфоратора как носителя информации закончилась. Появились ЭВМ рядом с микроскопом. Теперь информация прямо передавалась в память ЭВМ. Но еще требовалась система CAMAC для преобразования числа от датчика в вид, который воспринимается памятью ЭВМ. В таком виде микроскоп МПЭ-11 работал более 20 лет. На нем были выполнены последние работы по фрагментации ядер бора [6, 7].

Наконец наступает последний этап. Электронная система считывания координат и передачи их в память ЭВМ заменена на более совершенную. Данные с датчиков записываются непосредственно в ЭВМ. Подробнее об этом будет рассказано ниже. Новая система сегодня используется при измерении углов между двухзарядными фрагментами релятивистских ядер серы с энергией 200 ГэВ на нуклон.

Требования к датчикам линейных перемещений на микроскопе

Датчики координат X, Y, Z микроскопа конструктивно одинаковы. Но цена младшего разряда, диапазон измерений и условия, в которых они работают, разные. Так, на микроскопе МПЭ-11 по оси X изменения происходят от 0 до 60 мм. Перемещение не зависит от увеличения микроскопа. Точность микровинта, обеспечивающего это перемещение, не меньше 5 мк. Большую точность микровинт обеспечить не может. Механическая система, преобразующая линейное перемещение по оси X на расстояние в 1 мм в дискретное число младших разрядов датчика соответствует $\sim 8000 \;\; 1/\text{мм}$. Таким образом, цена младшего разряда будет 1,25 мк/дел. Она не зависит от увеличения микроскопа.

А по оси Y цена деления датчика определяется объективом микроскопа. Поэтому дальше речь идет об объективе $90^{\times}$ с апертурой 1,30, т. е. при условии использования масляной иммерсии. Объектив погружен в масло и работает с показателем преломления $n > 1$. Диаметр поля зрения ~ 80 мк, при окуляре $K15^{\times}$.

Разрешающая способность, т. е. способность различать два объекта в поле предмета равна $\sim 0,2$ мк. Она определяется апертурой объектива. Значит, цена младшего разряда по оси Y должна быть меньше 0,2 мк. Это проверяется с помощью объект–микрометра, стеклянной пластинки, на которой делительной машиной нанесены 100 равных делений на 1 мм. Расстояние в 10 мк измерено 876 раз [8]. Цена 10 мк оказалась $\sigma = 468 \pm 16$ делений датчика (1 деление = 0,02343 мк). Распределение отдельных измерений согласуется с нормальным распределением с тем же σ.

Сложнее дело обстоит с осью Z. На микроскопе МПЭ-11, предназначенном для измерения многократного рассеяния частиц в эмульсии, объектив микроскопа перемещается вверх-вниз на 0,5 мм без шума в поперечном направлении. Для оценки цены деления по Z используется измерение толщины слоя до проявления, выполненное вертикальным оптиметром с точностью около 2 мк. С учетом коэффициента усадки цена деления по Z оказалась равной 0,13 мк в непроявленной эмульсии. Это примерно равно точности по оси Y. В результате дисперсии распределений углов в плоскости эмульсии и в плоскости, перпендикулярной ей, оказались очень близкими. А они и должны быть просто равными друг другу.

Во всех датчиках преобразование непрерывного линейного перемещения в дискретный отсчет осуществляется вращением диска с отверстиями, который крутится между источником и приемником света (обтюратор). Числа прошедших отверстий и есть координата X, Y, Z. Ее надо сосчитать и передать в память ЭВМ.

Передача числа в память ЭВМ

На рис. 1 изображена принципиальная схема передачи одной координаты в память ЭВМ через порт последовательного доступа, имеющегося на компьюторе. Через один такой порт можно передать две координаты. Значит, для передачи трех координат нам понадобится два порта последовательного доступа. Любое непрерывное линейное перемещение (LP) преобразуется механической системой (MS) в угол поворота датчика (D). Датчик преобразует непрерывное линейное перемещение в дискретное число. Осуществляется это следующим образом. На диске (обтюратор (O)) имеются равноотстоящие отверстия. На один оборот этого диска вырабатывается 128 импульсов напряжения в фотодиоде (1) от источника света (2), находящихся по разные стороны диска. С датчика импульсы поступают в контроллер (K), где они преобразуются в соответствии со стандартом последовательного доступа RS-232 и передаются в порт ЭВМ после соответствующего разрешения от программы, под управлением которой ведется вся работа. О специфике подключения протокола RS-232 можно узнать из книги [9].

Практическое осуществление передачи данных в память ЭВМ лучше всего рассмотреть на конкретном примере измерений углов вылета двухзарядных фрагментов релятивистских ядер серы с энергией 200 ГэВ на нуклон. Известно, что они должны быть распределены нормально, с $\sigma = 250\ \mu$ рад [10]. Это нам и предстояло проверить. Для этого была взята программа, предназначенная для измерения снимков с трековых детекторов, написанная О. В. Рогачевским [11]. По ней А. С. Денисов написал программу, которая воспроизводила работу измерений событ-

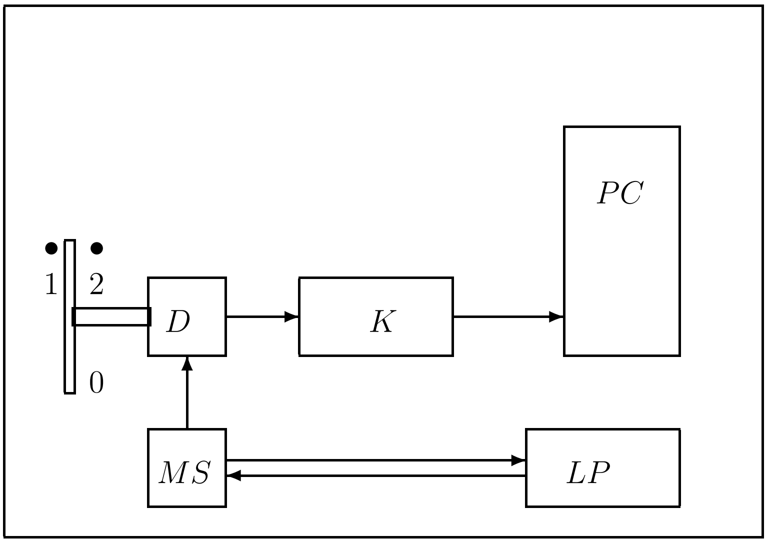

Рис. 1. Схема записи изменения одного линейного перемещения (LP), механической системы (MS) в угол поворота датчика (D), обтюратор (O) которого выдает с помощью фотодиодов (1 и 2) импульсы, число которых контроллером (K) передается в стандарте SR-232 на персональный компьютер (PC)

ий в наших прежних работах с этими же датчиками. А уже по этому варианту была написана оконная диалоговая процедура для измерений фрагментов релятивистских ядер серы. Для этого пришлось освоить азы DELPHI-7 [12]. Не вдаваясь в детали [13], скажем, что на экране монитора есть несколько кнопок, управляя которыми с помощью мышки и осуществляется запись координат.

Предварительные результаты

На рис. 2 показано распределение углов двухзарядных фрагментов релятивистского ядра серы с энергией 200 ГэВ

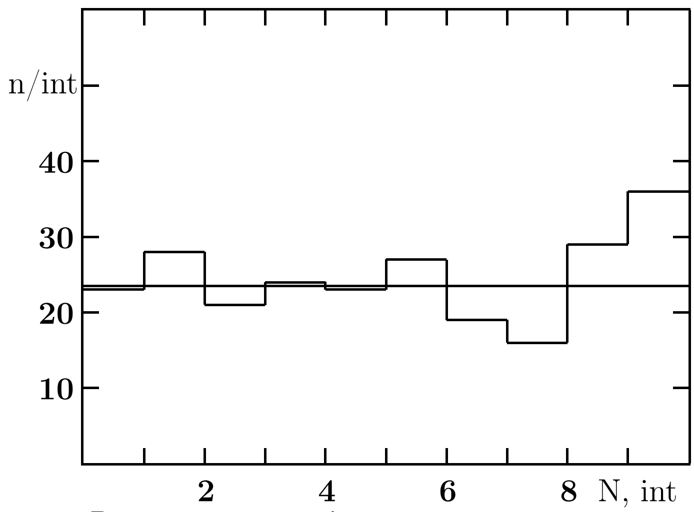

Рис. 2. Распределение событий по не равным интервалам. На интервал по x, при $\sigma = 250$ μ рад, должно приходиться равное число событи

на нуклон в не равные интервалы. Ширины этих интервалов выбраны так, что вероятность попаданий в них будет одинаковой, если величина σ, определяющая их нормальное распределение, равна 250 μ рад. Тогда распределение углов в этих не равных интервалах должно быть равномерным и равным 0,1 от полного числа частиц (235 в этом эксперименте).

Из рис. 2 видно, что нулевая гипотеза равномерного распределения не отвергается. А значит, не отвергается и гипотеза, что истинная константа нормального распределения углов действительно равна ожидаемой до опыта величине 250 μ рад. В этом ничего удивительного нет, так как распределение углов, при проверке его по ряду непараметрических критериев, согласуется с нормальным распределением.

Заключение

Итак, предварительные результаты измерений углов фрагментов релятивистских ядер серы с энергией 200 ГэВ на нуклон показывают, что система записи координат в память ЭВМ работает. Дисперсия полученного распределения совпадает с ее оценкой, известной до опыта.

Мы благодарны Л. Н. Ткач за поиск событий, использованных в данной работе.

Литература

1. Ядерные эмульсии (пер. с англ. А. О. Вайсенберг), М., 1961, 64 с.
2. A. Jdanoff, Nature **143** (1939) 682.
3. Ф. Г. Лепехин, Г. Е. Скворцов, Р. М. Рагузин, А. А. Сидоров, Удостоверение о регистрации "Разработка комплекса приборов для исследования в ядерных эмульсиях" N° 85708, N° 85709 Комитета по делам изобретений и открытий при СМ СССР, М., 1963.
4. Ф. Г. Лепехин, К. М. Ушаков, Материалы 2-го симпозиума по ядерной радиоэлектронике, Дубна, 10–14 ноября 1964 г., с. 43.
5. А. Вокалова и др., Краткие сообщения ОИЯИ, N° 12–85, Дубна, 1985, с. 15.
6. Ф. Г. Лепехин, Б. Б. Симонов, ЯФ **68** (2005) 20101.
7. Ф. Г. Лепехин, ЯФ **70** (2007) 1109.
8. http://hepd.pnpi.spb.ru/ofve/nni/ydel.pdf
9. Дж. Тревис, LabVIEW для всех,

ДМК Пресс, М., 2005, 544 с.
10. http://hepd.pnpi.spb.ru/ofve/nni/ares.pdf
11. Д. А. Асфендиаров и др. Препринт ПИЯФ–1896, Гатчина, 1993, 11 с.
12. С. И. Бобровский, Delphi 7, Учебный курс, СПБ, Питер, 2007, 736 с.
13. http://hepd.pnpi.spb.ru/ofve/nni/wind7.doc