

Ц8406

Г-547

7/11-70

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



10 - 5382

Л.Н. Глonti , Э.Н. Глonti , Ю.М. Казаринов

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

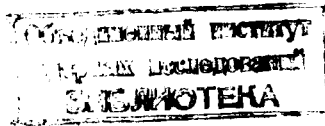
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ
НА ПОЛУАВТОМАТАХ ДЛЯ ПРОСМОТРА
СНИМКОВ С ИСКРОВЫХ КАМЕР

1970

10 - 5382

Л.Н. Глonti*, Э.Н. Глonti**, Ю.М. Казаринов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ
НА ПОЛУАВТОМАТАХ ДЛЯ ПРОСМОТРА
СНИМКОВ С ИСКРОВЫХ КАМЕР



* Тбилисский государственный университет
** Вычислительный Центр АН ГССР

8598/2 48

В ходе эксплуатации полуавтоматов ПИП-35^{/1/} для просмотра фотографий с искровых камер были выявлены их некоторые недостатки. Так, например, в ПИП-35 не предусматривалась пробивка номера измеряемого кадра, отсутствовала защита от нестабильности работы электронной части прибора, перфоратора и т.д. В связи с этим была проведена работа по усовершенствованию ПИП-35 и разработан новый вариант полуавтомата - ПИФ-1, находящийся в настоящее время в эксплуатации^{/2/}.

Основные недостатки ПИП-35 устранены добавлением к нему приставного пульта для пробивки номера измеряемого кадра и изменением порядка просмотра и обработки. Приставной пульт дал возможность заносить на бумажную перфоленту (БПЛ) номер измеряемого кадра в двоично-десятичной системе. Порядок вывода номера кадра на БПЛ с полуавтомата ПИП-35 показан на рис. 1а, а вывод угловых координат - на рис. 1б^{/3/}.

Для считывания угловых координат в обоих полуавтоматах использован одиннадцатиразрядный код Грея.

Новый полуавтомат обеспечивает контроль за стабильностью работы прибора на всех стадиях, включая перфорацию, при условии правильного считывания кода Грея. Предусмотрен автоматический вывод номе-

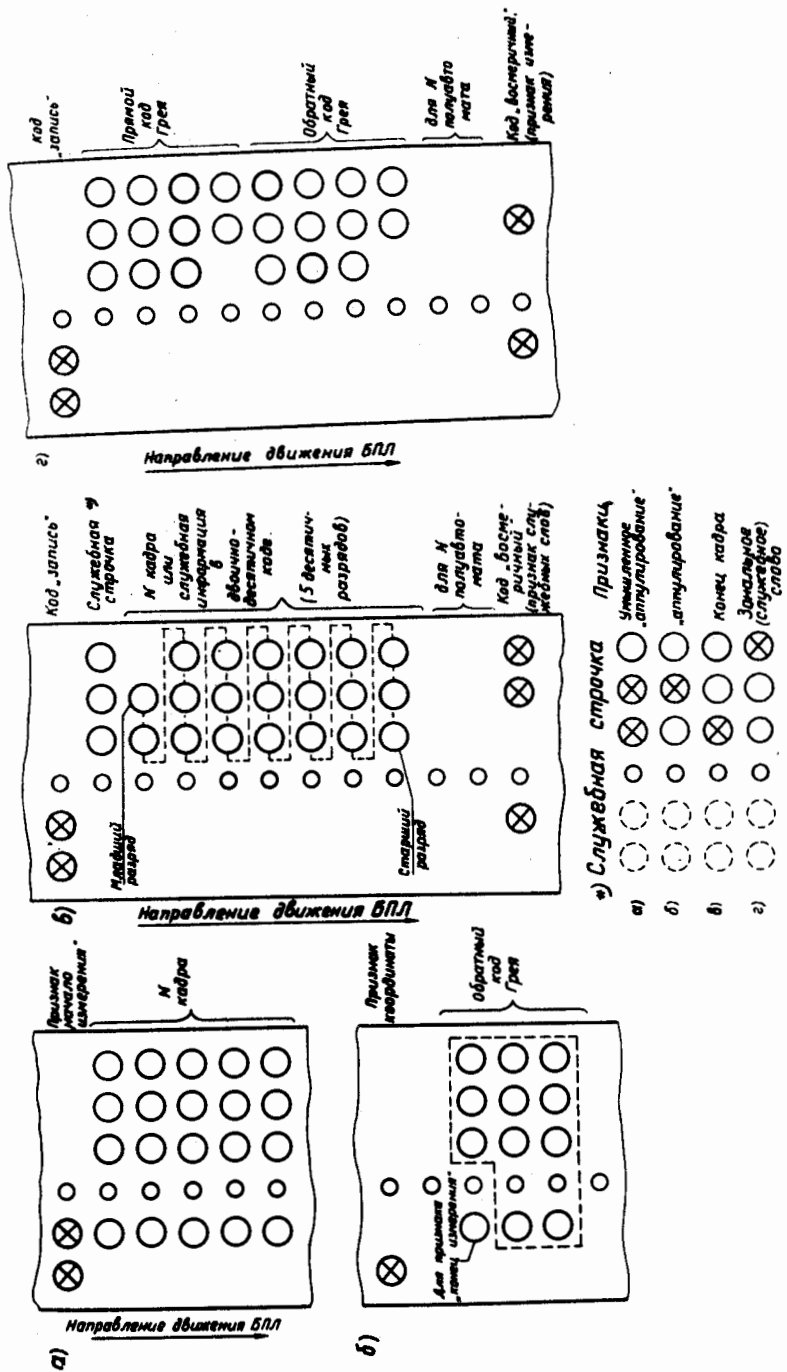


Рис. 1. Коды, пробиваемые прибором ПИП-35 (рис. 1а и 1б) и прибором СКФ1 (рис. 1в и 1г).

ра измеренного кадра, имеется возможность записи на БПЛ дополнительной служебной информации, имеется устройство, указывающее порядок действия оператора во время измерения. Полуавтомат позволяет измерять как угловые, так и прямоугольные координаты. Порядок вывода информации на БПЛ для полуавтомата ПИФ-1 показан на рис. 1в и г (см. также ^{1/2/}).

Разработка нового полуавтомата и модернизация ПИП-35 потребовали новых программ обработки информации, выведенной на БПЛ.

Ниже кратко описаны эти программы и приведены данные о примерной затрате машинного времени, точности измерения проекций угловых координат и восстановления пространственных углов Θ и ϕ .

Порядок просмотра пленок на полуавтоматах

Полуавтоматы ПИП-35 и ПИФ-1 используются в основном для обмера фотографий с искровых камер, применяемых в экспериментах по измерению поляризационных параметров нуклон-нуклонной системы. В этом случае измеряются полярные и азимутальные углы рассеяния протонов (Θ и ϕ) на мишени-анализаторе поляризации.

На обрабатываемых снимках при этом имеется изображение проекций трека частицы на две взаимно-перпендикулярные плоскости до и после рассеяния и порядковый номер события.

Порядок просмотра и измерения событий на полуавтомате следующий.

1. Находится фотография полезного события, удовлетворяющая соответствующим критериям отбора.
2. Для полуавтомата ПИП-35 на пульте набирается признак "начало измерения" и номер события. (Для ПИФ-1 эта процедура исключается, если номера событий на пленке следуют строго по порядку. Номер кадра пробивается на БПЛ автоматически вместе с признаком окончания измерения).

3. Проводится измерение углов излома на двух проекциях треков, полученных при рассеянии. Для этого параллельные линии раstra экрана полуавтомата устанавливаются параллельно измеряемому следу на кадре, после чего нажимается "кодовая кнопка"^{/1,2/}. Для контроля за правильностью измерения эта процедура повторяется дважды. Всего на БПЛ заносится восемь кодов.

4. Нажатием кнопки покадрового перемещения пленки на БПЛ выводится код окончания измерения, одновременно на экране устанавливается очередной кадр и оператор начинает поиск следующего полезного события.

Надо отметить, что при неправильном считывании кода Грея (засорился кодовый диск, вышел из строя один из фотодиодов считывания и т.д.) полуавтоматы могут производить ошибочные измерения. Для исключения этого оператор после просмотра 30-40 событий пробивает контрольные коды и сравнивает их с шаблоном.

Все просмотренные события располагаются на БПЛ массивами, ограниченными с двух сторон кодом "граница ввода"^{/4/}. Длина массивов определяется емкостью МОЗУ ЭВМ, куда заносится информация. Практически, однако, их удобно иметь длиной не более 5000-10000 строк на БПЛ. В нашем случае это соответствует 50-100 измеренным событиям. На одном рулоне БПЛ можно разместить не более 12 таких массивов. В конце каждого рулона БПЛ имеется пустой короткий массив (длиной не более 50 см) - признак его конца.

Программа обработки

Программа обработки состоит из трех частей.

1. Программа ввода и предварительной обработки информации на ЭВМ "Минск-22".

2. Программа передачи информации с ЭВМ "Минск-22" на магнитную ленту ЭВМ БЭСМ-4.

3. Программа восстановления пространственных координат измеренных событий на ЭВМ БЭСМ-4.

1. Программа ввода и предварительной обработки информации

Эта часть программы построена так, что имеется возможность использовать ее для любых данных, поступающих из полуавтоматов, путем изменения лишь одного блока - блока обработки массивов.

Для ввода информации с БПЛ в МОЗУ машины "Минск-22" в случае полуавтомата ПИФ-1 использован цифровой ввод, а для ПИП-35 - нестандартный текстовый ввод (в отличие от обычного текстового ввода в МОЗУ при этом вводятся все коды, за исключением кода "граница ввода"^{/4/}). Применение цифрового ввода значительно упрощает программу обработки и уменьшает затраты машинного времени, но опыт эксплуатации программы показал, что применение текстового ввода предпочтительнее, т.к. в этом случае полностью исключается сбой машины от случайно пробитых кодов или дефектов самой БПЛ, когда в массивах оказывается код, который воспринимается ЭВМ как служебный (например, код "передача адреса"^{/4/}). В таких случаях при текстовом вводе происходит отброс события, в котором оказался такой случайный код, а при цифровом вводе в программе могут произойти неконтролируемые измерения.

Программа ввода и предварительной обработки работает следующим образом (см. блок-схему на рис. 2): после проверки первого массива магнитной ленты (МЛ), куда будет записываться паспорт для передачи информации, формируются начальные команды и начинается ввод массивов с БПЛ. При правильном вводе ЭВМ выделяет последовательно измеренные события, переводит код Грея в двоичный и производит отброс событий в случаях:

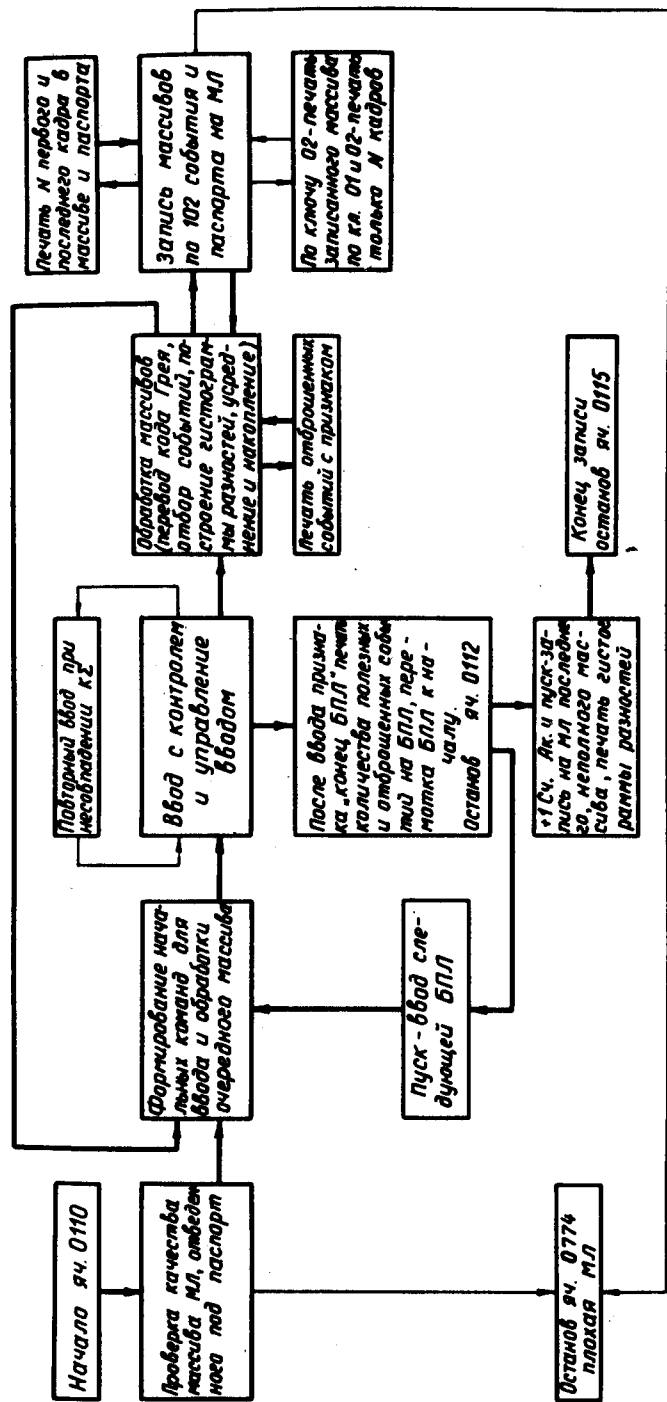


Рис. 2. Блок-схема программы ввода и предварительной обработки информации на ЭВМ "Минск-22".

1. Неправильной работы полуавтомата или перфоратора.

Для ПИП-35 при обработке такие случаи исключаются наложением на каждый пробитый код специальных масок, что сводит к минимуму возможность попадания в полезные события неправильно пробитого кода.

Для ПИФ-1 предусмотрен вывод информации в прямом и обратном кодах Грея^{1/2/} и во время обработки происходит их сравнение. При несовпадении кодов событие отбрасывается.

2. При недостаточной точности измерения (несовпадение результатов первого и второго обмера с заданной точностью).

В обоих случаях на печать выводятся номера отброшенных событий с признаком.

События, удовлетворяющие критериям отбора, усредняются по первому и второму обмерам и накапливаются в МОЗУ ЭВМ. Накопленная информация массивами по 102 события записывается на магнитную ленту вместе с контрольной суммой. При этом одно обработанное событие занимает пять ячеек - номер и четыре угловых координаты. Одновременно в первом массиве МЛ записывается паспорт МЛ. Паспорт занимает четыре ячейки МЛ - с 0067 по 0072. В первый адрес яч. 0067 заносится длина записываемых массивов (в нашем случае 1000g кодов), яч. 0070 и 0071 представляют собой шкалу - два 37 разрядных кода. Каждому записываемому массиву на МЛ поставлен в соответствие разряд в шкале. Наличие единицы в шкале означает, что в соответствующем массиве записана информация.

В младшем разряде шкалы всегда стоит единица, и соответствующий ему массив используется как служебный. В 0033 ячейке этого массива заносится количество записанных массивов (целое восьмеричное число). Ячейка 0072 отведена для контрольной суммы паспорта.

При окончании рулона БПЛ, после ввода признака конца БПЛ (короткий пустой массив) перфолента перематывается к началу, печатается

количество полезных и отброшенных событий на ленте и машина готова для ввода следующего рулона. После записи последнего рулона управление передается в 0113 ячейку, и тогда машина запишет последнюю, как правило, неполную зону с признаком (единица в последнем разряде первой строки массива).

В программе предусмотрено построение гистограммы разностей первого и второго обмера и занесение её в первый - служебный массив для передачи на БЭСМ-4 и печать.

Всего программа занимает в МОЗУ ЭВМ 1716 восьмеричных ячеек, начиная с ячейки 0020.

При обработке событий на ЭВМ "Минск-22" на ввод и обработку "среднего" рулона БПЛ (≈ 200 событий) требуется ≈ 4 минуты.

2. Программа связи

Для передачи информации, записанной на МЛ ЭВМ "Минск-22", на МЛ ЭВМ БЭСМ-4 была использована стандартная линия связи^{/5/}. Связь осуществляется вариантом программы, используемым ранее для передачи информации Лаборатории нейтронной физики (связь ЛНФ).

Запись кодового материала, полученного с магнитной ленты "Минск-22", может идти со второй зоны МЛ БЭСМ-4 или с первой свободной. Во время связи происходит контроль правильности передачи информации. Переданные коды при этом занимают младшие 37 разрядов в ячейках ЭВМ БЭСМ-4.

3. Программа восстановления пространственных углов

Блок-схема программы восстановления пространственных углов θ и ϕ на ЭВМ БЭСМ-4 показана на рис. 3. Программа считывает по массивам информацию, переданную с ЭВМ "Минск-22", затем усредняет по 102 случаям проекции углов входа в искровую камеру, сравнивает

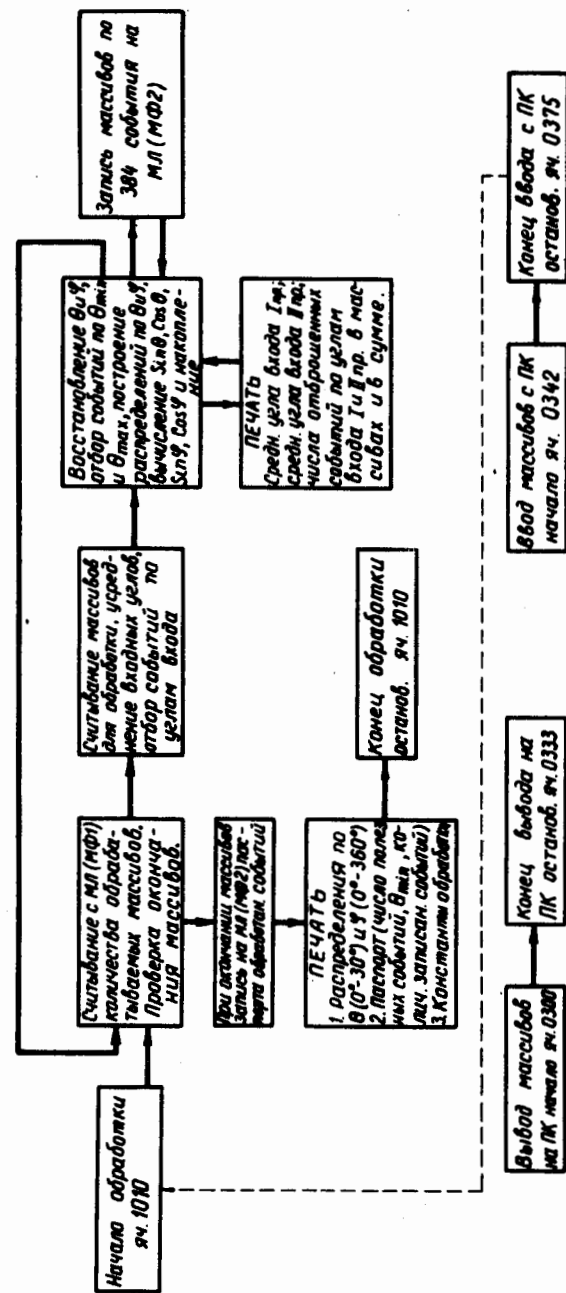


Рис. 3. Блок-схема программы восстановления пространственных углов на ЭВМ БЭСМ-4.

проекции углов входа каждого события со средними значениями и отбрасывает случаи, не удовлетворяющие геометрии эксперимента. Заметим, что для последнего, неполного массива сравнение углов входа производится со средними значениями предыдущего массива.

Для отобранных таким образом событий вычисляются по формулам величины:

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \theta_1 + \operatorname{tg}^2 \theta_2}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta_1 + \operatorname{tg}^2 \theta_2}}; \quad \cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta_1 + \operatorname{tg}^2 \theta_2}};$$

$$\sin \phi = \frac{\operatorname{tg} \theta}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \theta_1 + \operatorname{tg}^2 \theta_2}}; \quad \cos \phi = \frac{\operatorname{tg} \theta_2}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \theta_1 + \operatorname{tg}^2 \theta_2}},$$

где θ_1 и θ_2 — измеряемые проекции углов.

Одновременно происходит отбор событий по верхнему и нижнему пределу θ и вычисленные $\sin \theta$, $\cos \theta$, $\sin \phi$, $\cos \phi$ массивами по 384 случая записываются на МЛ в виде, пригодном для окончательной обработки методом максимума правдоподобия по программе, описанной в работе /6/. При этом в первой строчке каждого массива указывается число записанных событий.

В программе восстановления пространственных углов предусмотрена возможность построения распределения по θ и ϕ , а также имеются отдельные блоки для вывода информации, переданной с ЭВМ "Минск-22" в упакованном виде на перфокарты для хранения и ввода информации с перфокарт для обработки.

Программа в МОЗУ ЭВМ занимает ячейки с 50 по 1010 (740 восьмеричных ячеек).

На восстановление пространственных углов θ и ϕ и окончательный отбор и запись на МЛ полезных событий на ЭВМ БЭСМ-4 затрачивается 18 сек на 200 событий.

Точность восстановления угловых координат

Выше было сказано, что для контроля точности измерения угловых координат на полуавтоматах одно и то же событие измеряется дважды. На вычислительной машине проводится сравнение первого и второго измерения и строится гистограмма разностей. При обработке таким способом 6670 разностей было получено распределение, показанное на рис. 4. Полуширина этого распределения $\pm 0,3^\circ$ показывает точность совмещения раstra при первом и втором измерении. Однако точность измерения самих проекций углов оказывается хуже. Это, очевидно, вызвано существованием у операторов зрительной памяти, достаточной для запоминания положения раstra относительно следа в искровой камере в течение двух обмеров.

Реальная точность измерения проекции углов была оценена при повторном независимом просмотре одних и тех же событий. Гистограмма разностей, построенная на основе двух просмотров, показана на рис. 5. Точность измерения проекции равна $\Delta \theta_1 = \pm 0,9^\circ$.

Гистограммы ошибок восстановленных угловых координат θ и ϕ показаны на рис. 6а,б. Точность измерения θ и ϕ , усредненная в интервале углов по θ $6-30^\circ$ и по ϕ $0-360^\circ$, равна соответственно $\Delta \theta = \pm 1^\circ$ и $\Delta \phi = \pm 3,1^\circ$.

На рис. 4-6 плавные кривые соответствуют функции Гаусса, построенной методом наименьших квадратов по данным гистограмм.

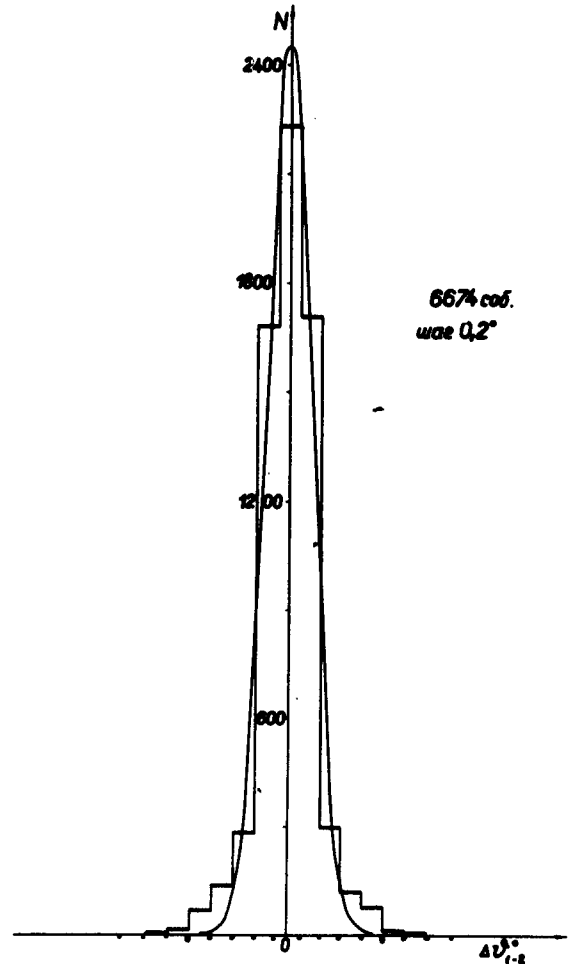


Рис. 4. Гистограмма разностей первого и второго измерений проекции события.

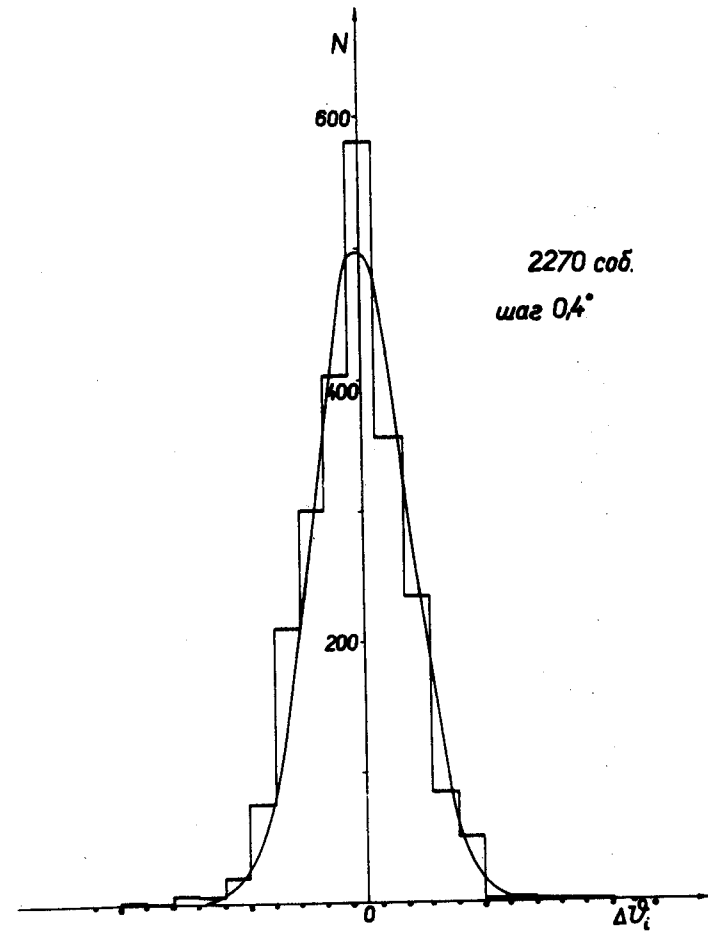


Рис. 5. Гистограмма разностей двух самостоятельных просмотров проекции.

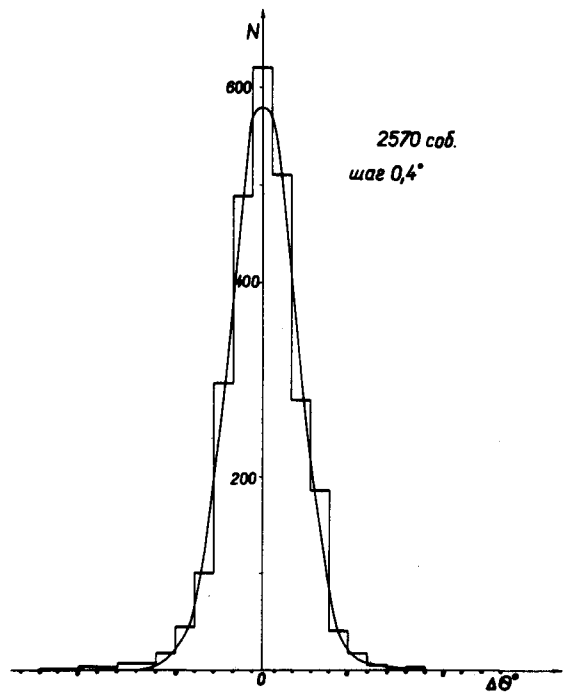
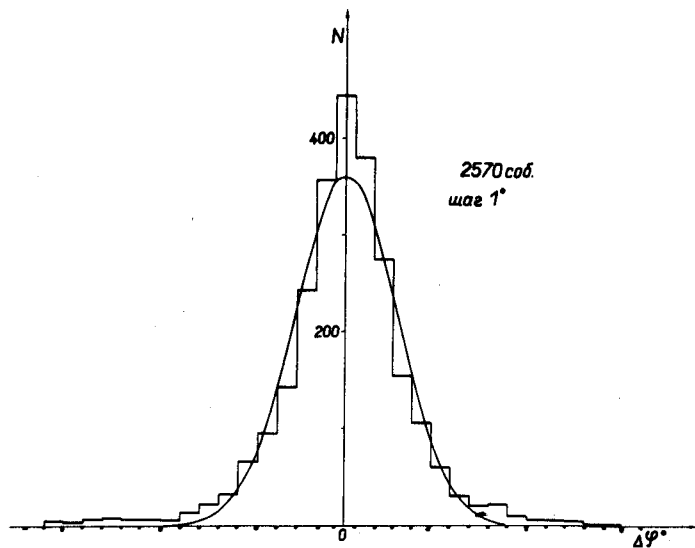


Рис. 6. Гистограмма разностей двух самостоятельных просмотров θ и ϕ .

Эксплуатация полуавтоматов ПИП-35 и ПИФ-1 в течение двух лет дала возможность оценить их преимущества по сравнению с ручным просмотром. Полуавтоматы дают возможность непосредственно контролировать качество работы оператора путем двукратных измерений, значительно повышают скорость просмотра и сводят к минимуму случайные ошибки измерения.

В заключение авторам приятно поблагодарить И.К. Взорова и В.С. Киселева за многочисленные полезные обсуждения; Н.С. Фролова за консультации по полуавтомату ПИФ-1; Л.К. Лыткина, С.Ф. Пушкина, А.П. Сумбаева за помощь в работе и операторов Л.М. Дорошенко, В.А. Максимова, Е.Е. Фадееву и В.Р. Хамидулину за проведение контрольного просмотра.

Л и т е р а т у р а

1. Ф. Легар, М. Малы, О. Сгон. Препринт ОИЯИ Р-2340, Дубна, 1965.
Я. Чех. Препринт ОИЯИ Р10-3122, Дубна 1967.
2. И.К. Взоров, А.С. Кузнецов, А.Н. Синаев, Н.С. Фролов. Препринт ОИЯИ 10-4808, Дубна 1969.
3. И. Быстрицкий, Ф. Легар, П. Либл и др. Препринт ОИЯИ Р-2223, Дубна 1965.
4. В.М. Саввинков. Программирование для ЭЦВМ "Минск-22", Москва 1965.
5. А.Я. Астахов, Н.Н. Говорун, И.М. Иванченко и др. Препринт ОИЯИ 2914, Дубна 1966.
А.Я. Астахов, Н.Н. Говорун, Н.Д. Дикусар, И.М. Иванченко и др. Препринт ОИЯИ 10-3324, Дубна 1967.
6. И. Быстрицкий, Ф. Легар. Препринт ОИЯИ 2028, Дубна 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел

25 сентября 1970 года.