

2845
А-45

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



2873/2-74

10 - 7940

Б.С.Аладашвили, А.В.Беляев, Н.А.Буздавина,
В.В.Глаголев, А.Г.Заикина, В.Г.Иванов,
А.А.Казаков, Л.Е.Комолова, В.М.Котов,
З.М.Косарева, Л.Е.Кулюкина, М.Г.Мещеряков,
М.С.Ниорадзе, Г.А.Осоков, Р.Позе, А.Е.Селиванов,
И.И.Скрыль, В.Н.Стрельцов, Т.А.Филимонова,
М.В.Цхварадзе

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
И ОТЛАДКЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ
СНИМКОВ НА СПИРАЛЬНОМ ИЗМЕРИТЕЛЕ

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

10 - 7940

Б.С.Аладашвили, А.В.Беляев, Н.А.Буздавина,
В.В.Глаголев, А.Г.Заикина, В.Г.Иванов,
А.А.Казаков, Л.Е.Комолова, В.М.Котов,
З.М.Косарева, Л.Е.Кулюкина, М.Г.Мещеряков,
М.С.Ниорадзе, Г.А.Ососков, Р.Позе, А.Е.Селиванов,
И.И.Скрыль, В.Н.Стрельцов, Т.А.Филимонова,
М.В.Цхварадзе

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
И ОТЛАДКЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ
СНИМКОВ НА СПИРАЛЬНОМ ИЗМЕРИТЕЛЕ

Направлено в ПТЭ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Аладашвили Б.С. и др.

10 - 7940

Результаты методического эксперимента по оценке точностных характеристик и отладке системы обработки камерных снимков на спиральном измерителе

В работе приводятся результаты методического эксперимента по обработке на спиральном измерителе (СИ) снимков дейтрон-протон взаимодействий, зарегистрированных в однометровой водородной камере ЛВЭ ОИЯИ на пучке дейтронов с импульсом 3,3 ГэВ/с. Сообщаются результаты сравнения данных измерений одних и тех же событий на ПУОСах и СИ. Приводятся распределения по квадрату недостающей массы (мм^2), полученные на СИ и ПУОСах. Приведены суммарные точностные характеристики спирального измерителя.

Работа выполнена по плану ЛВТА ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1974

ВВЕДЕНИЕ

В ЛВТА ОИЯИ произведен комплексный запуск в режиме измерений событий на фотографиях с пузырьковых камер сканирующей системы "Спиральный измеритель" (СИ) ЛВТА /I/.

Для получения точностных характеристик и отладки всей системы обработки камерных снимков на СИ был проведен методический эксперимент, обсуждению результатов которого и посвящена данная работа.

I. Результаты методического эксперимента по отладке системы обработки камерных снимков на СИ

Оценка суммарных искажений в оптико-механической части и погрешностей, вносимых электронной аппаратурой СИ, производится путем сканирования калибровочной пластины с нанесенными на ней особым образом крестами. В результате обработки на БЭСМ-6 данных сканирования по программе "КАЛИБР" определяется "карта поправок", показывающая расхождения в измеренных координатах центров крестов относительно их истинного положения.

В процессе встировки и доводки сканирующей системы искажения были в основном устранены и полученная карта поправок^{/I/} позволила перейти к следующему этапу настройки – оценке точностных характеристик СИ при измерении треков событий на реальных камерных снимках, качество которых (наличие разрывов на треках, темные пятна ("блики"), повышенный уровень фона и т.д.) налагает более жесткие требования на работу сканирующей системы.

Для получения суммарных точностных характеристик СИ необходимо было измерить некоторое количество событий и полученные результаты сравнить с данными измерений этих же событий на каком-нибудь другом устройстве (например, на ПУОСе). Обработку результатов измерения следовало провести по всему комплексу программ, включая программы геометрической реконструкции, кинематической идентификации и статистического анализа.

Таким образом, во время эксперимента по оценке точностных характеристик СИ необходимо было решить еще одну, не менее важную задачу: отладить всю систему обработки результатов спирального сканирования вплоть до получения физических результатов. От успешного решения этой задачи зависела достоверность и объективность результатов оценки точностных характеристик СИ. Сложность такой "сквозной" отладки заключается не только в необходимости устранения относительно простых, хотя и многочисленных ошибок, связанных с неоднократным преобразованием при передаче данных измерений между управляющей машиной и БЭСМ-6, но и с тем, что измерения и обработка события проводится в несколько этапов, на каждом из которых имеется своя система координат (измерение в

полярной и декартовой системах координат на СИ, фильтрация в $R\theta$ и перевод в XU систему координат пленки и, наконец, переход в программах геометрической реконструкции к системе пространственных координат камеры).

Кроме того, неизбежны погрешности, вносимые в процессе фильтрации, из-за ошибок в идентификации треков измеряемого события.

Поэтому для отладки и получения результирующих точностных характеристик системы необходимо было выбрать такую последовательность проведения методического эксперимента, которая позволила бы контролировать возможные ошибки на каждом этапе, локализуя тем самым причину их возникновения.

Общая схема проведения методического эксперимента (рис. 1) заключается в сравнении данных обмера событий, полученных при сканировании на СИ, с результатами измерения этих же событий на полуавтоматических устройствах ПУОС, точностные характеристики которых считаются известными. Пунктирными линиями на рисунке помечены уровни, на которых проводилось сопоставление. В качестве исходного материала были выбраны снимки событий $d\pi$ – взаимодействий, зарегистрированных на пучке дейтронов с импульсом 3.3 Гэв/с в однометровой водородной камере ЛВЭ ОИЯИ. В этом эксперименте изучаются реакции типа $d\pi \rightarrow p\pi$, $d\pi \rightarrow p\pi\pi$ – , которые имеют сравнительно простую топологию. Это, в основном, двух- или четырехлучевые события с небольшой долей вторичных взаимодействий и останавливающихся треков.

Для эксперимента было отобрано 750 событий $d\pi$ -взаимодействия, которые ранее были измерены на ПУОСах и обработаны по

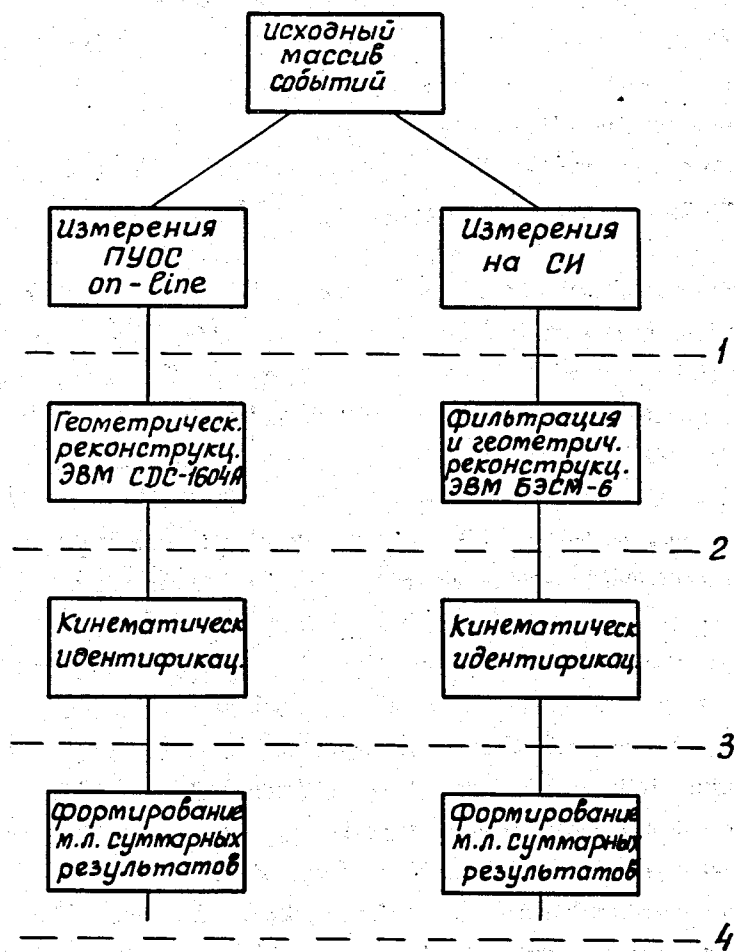


Рис.1 Схема прохождения обработки в методическом эксперименте по сравнению точностных характеристик СИ и ПУОС.

программам геометрической реконструкции и кинематической идентификации на ЭВМ CDC-1604A. Результаты обработки этих событий были специально собраны на отдельной магнитной ленте суммарных результатов (DTS) и, кроме того, имелась выдача в виде протоколов программы кинематической идентификации этих событий.

На первом этапе необходимо было получить повторяемость результатов измерений на СИ и устранить систематические ошибки. Эта работа проводилась с помощью сопоставления нефитированных значений углов и импульсов вторичных частиц для отдельных событий, которые уверенно проходили фильтрацию.

В задачу, которую надо было решить на этом этапе, была включена отладка системы измерения реперных крестов. После того, как была достигнута повторяемость, убраны систематические ошибки (например: угол несопадения полярной оси θ и одной из осей декартовой системы составлял 20 мрад) и получена необходимая точность

измерения реперных крестов (гистограмма разброса измеренных значений координат реперных крестов в плоскости пленки приведена на рис. 2), стало возможным перейти к следующему этапу - обработке всего массива событий.

Одним из критериев качества измерений является величина среднеквадратичного отклонения восстановленных в пространстве камеры координат точек трека относительно фитированной кривой. Вычисленные в программе геометрической реконструкции распределения этих величин (residuals), приведенные в плоскость пленки для СИ и ПУОСов, показаны на рис.3. Сравнение средних значений их для СИ и ПУОСов, приведенных на том же рисунке, показывает ^{нр} хорошее совпадение. (математ. МД, статистическая разн.)

8

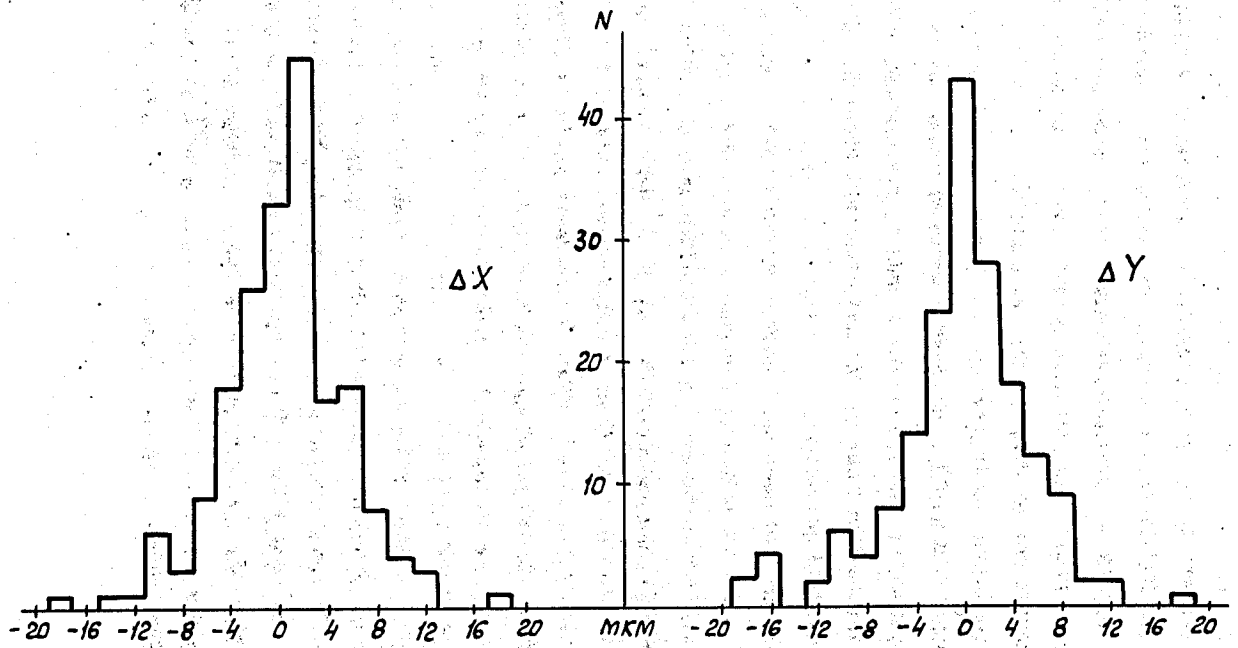


Рис. 2 Гистограмма распределения отклонений измеренных значений координат XY от центра креста.

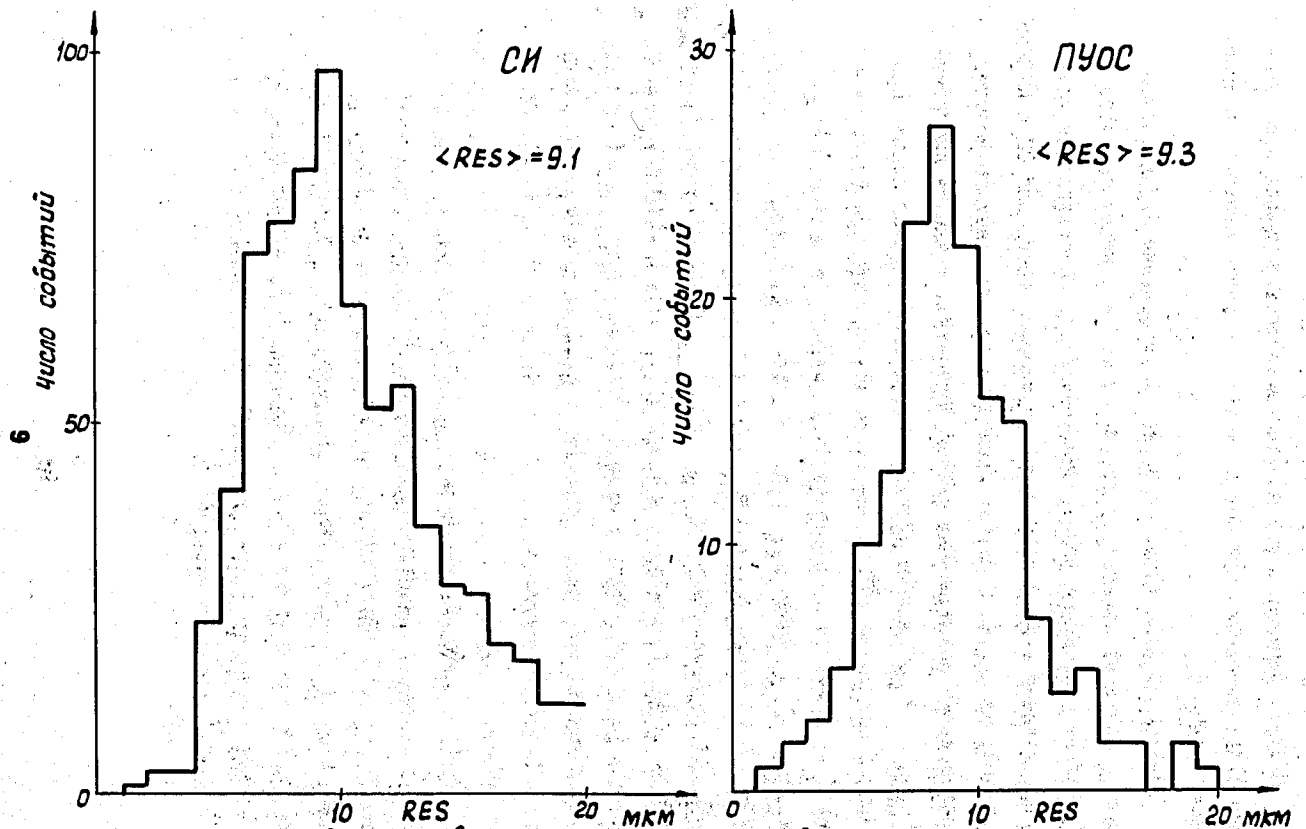


Рис. 3 Разброс восстановленных в пространстве точек относительно фитированной траектории трека (резидюалс).

Следует заметить, что имеется возможность уменьшения величины этих отклонений при более тщательном учёте поправок в программе "КАЛИБР".

Следующий этап (уровень 3 рис. 1) сравнения заключался в анализе основных параметров треков, которые в конечном счёте определяют получаемый физический результат. Сопоставление измеренных величин азимутального угла пучкового трека для СИ и ПУОСах приведено на рис. 4. В случае идентичности суммарных точностных характеристик сравниваемых систем обработки точки на диаграмме " $\psi_{\text{ПУОС}} - \psi_{\text{СИ}}$ " должны группироваться около прямой линии, проведенной под углом 45° . Из рис. 4 видно, что это условие соблюдается и, кроме того, распределение величин разностей $\Delta\psi = \psi_{\text{ПУОС}} - \psi_{\text{СИ}}$ имеет полуширину $\sigma = \sqrt{D} = 2,37$ мрад, что соответствует значению полуширины $\sigma = 1,7$ мрад для каждого из составляющих распределений ($\psi_{\text{ПУОС}}, \psi_{\text{СИ}}$) и сравнимо с ошибкой азимутального угла ψ , получаемой при измерениях на ПУОСах. Среднее значение разности близко к нулю и составляет $\langle \Delta\psi \rangle = -1,36$ мрад. Аналогичным образом было проведено сравнение измеренных величин пространственного угла θ (рис. 5) и импульса P (рис. 6) вторичных треков.

Средние величины полученных разностей близки к нулю, что говорит о малости систематических ошибок. Небольшие отклонения, которые всё-таки присутствуют, могут быть связаны с тем, что данные калибровки были связаны из одного сеанса измерений для всей обработанной серии снимков. Результаты сравнения этого этапа хорошо согласуются с данными аналогичных оценок, проведенных на "Spiral Reader" SACLAY²¹.

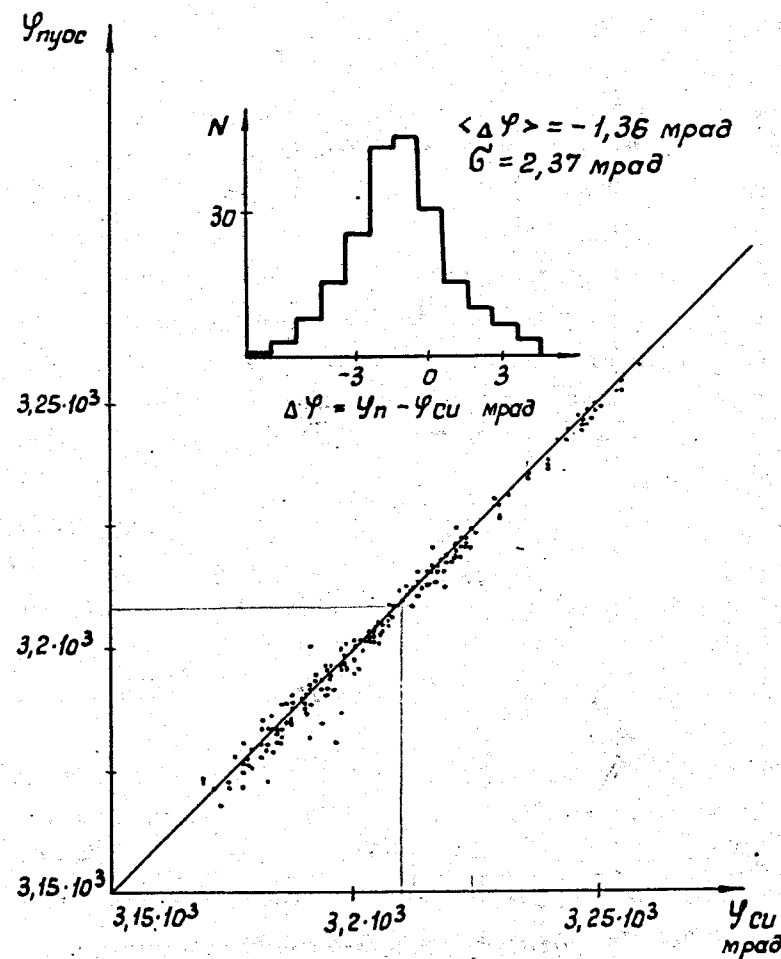


Рис. 4 Сравнение результатов измерений азимутального угла пучкового трека, проведенных на СИ и ПУОСах

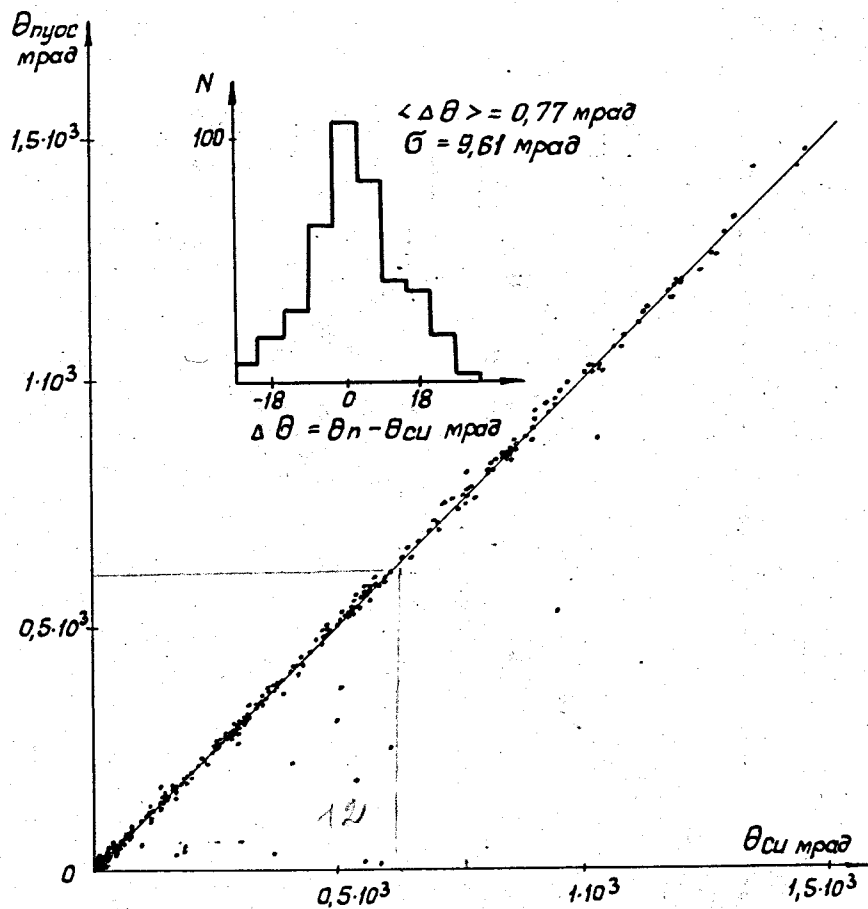


Рис. 5 Сравнение результатов измерений пространственного угла вторичных треков, проведенных на СИ и ПУОСах

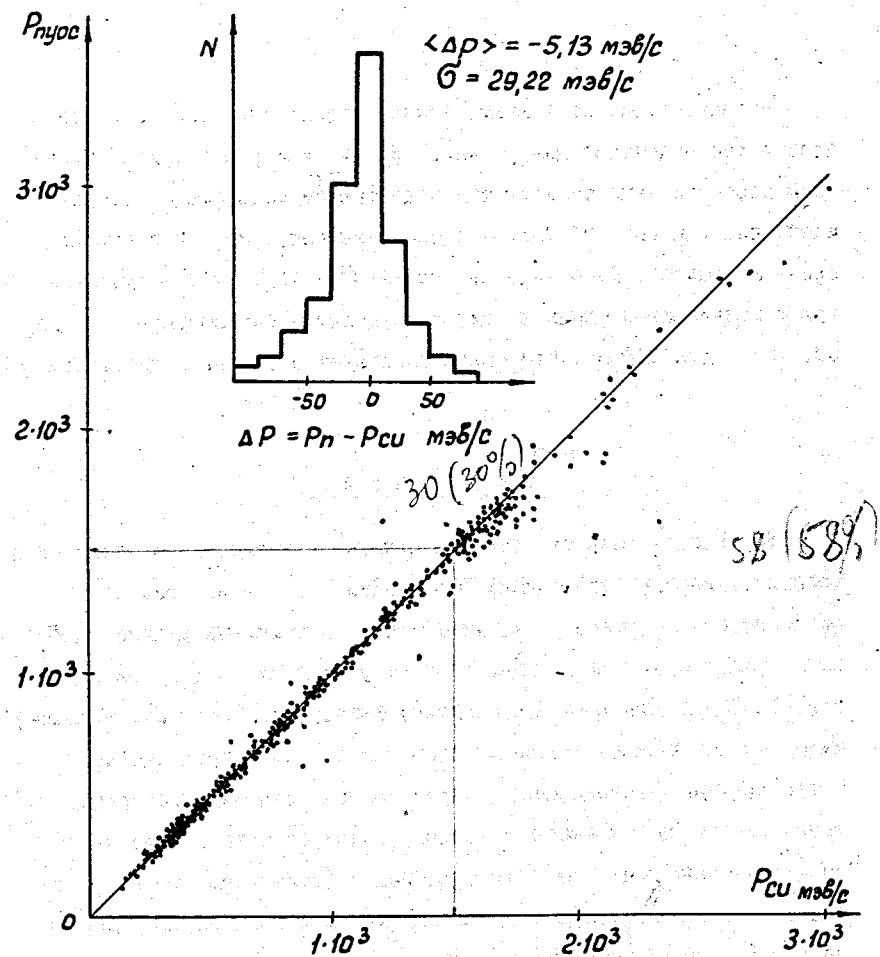


Рис. 6 Сравнение результатов измерений импульсов вторичных треков, проведенных на СИ и ПУОСах.

На четвертом, последнем, этапе сравнивались некоторые физические распределения для реакции $dp \rightarrow ppp$, и на рис.7 приведены распределения по квадрату недостающей массы (mm^2), которые идентичны для СИ и ПУОСов, а средние значения (mm^2) совпадают в пределах ошибок. Распределение по $P(\chi^2)$ (рис.7), полученное при использовании одних и тех же констант - равномерное как для СИ, так и для ПУОСов, что свидетельствует о сравнимости ошибок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дальнейшее развитие системы связано с увеличением количества событий, уверенно проходящих все стадии обработки. Результаты эксперимента позволяют утверждать, что события, прошедшие программу фильтрации, дальнейшую обработку проходят с допустимым браком (10-15%). Наиболее благополучно фильтруются события, имеющие малое число треков с большим углом между ними. Определенные трудности связаны с прохождением через "блики" или разрывы треков, а также фильтрацией событий с малыми углами разлета вторичных частиц. Улучшение эффективности фильтрации (пока это, примерно, 50%) будет проводиться как в направлении улучшения алгоритмов фильтрации, так и путем увеличения степени вмешательства оператора в процесс обработки, например, в измерение им дополнительных точек на треках.

Приведенные результаты показывают, что при достигнутых точностных характеристиках сканирующая система СИ готова к началу реальных измерений физического эксперимента, на первой стадии которого будет проведено дальнейшее улучшение ее параметров.

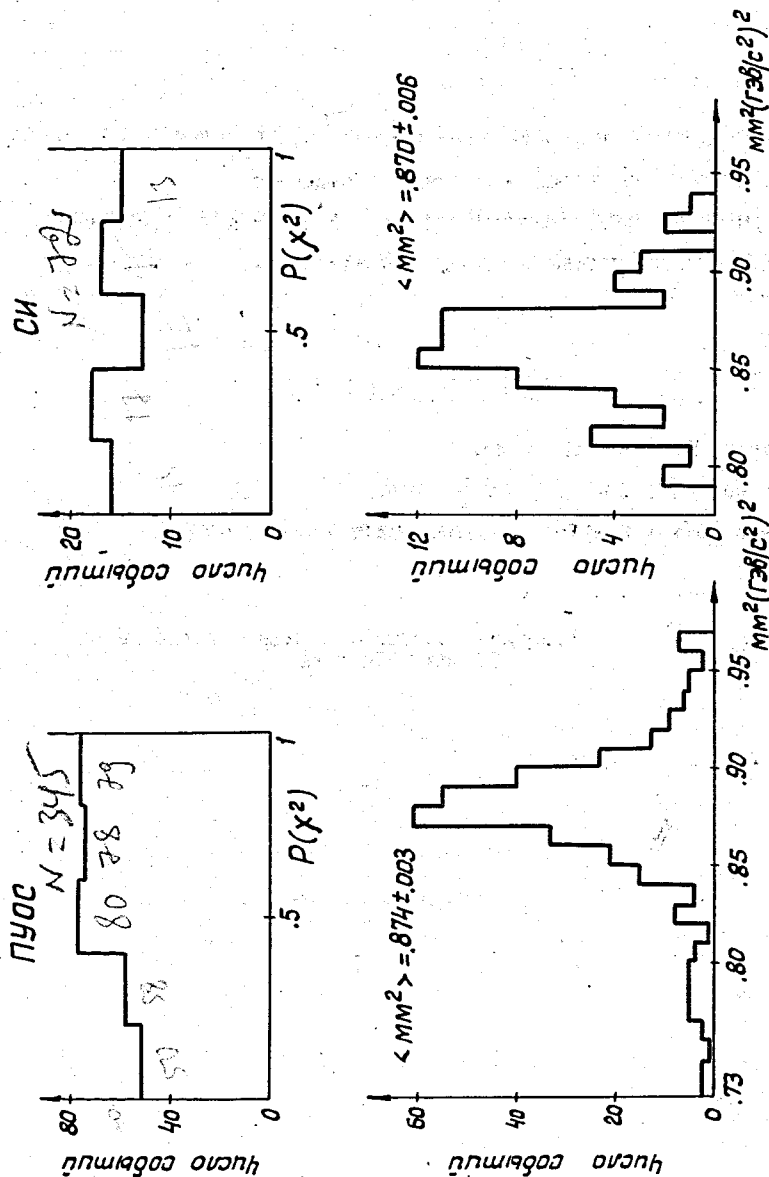


Рис.7 Реакция $dp \rightarrow ppp$. Распределения по $P(\chi^2)$ и квадрату недостающей массы для событий, измеренных на ПУОС и СИ.

Авторы выражают глубокую благодарность Н.Н.ГОВОРИНУ, Ю.И.СУСОВУ, И.М.ИВАНЧЕНКО за помощь и полезные обсуждения.

Авторы очень признательны Н.Г.БАБУХ, А.А.РАЗИНОЙ, Л.П.ДЕЛЬНОВОЙ и В.И.ШИШОВУ за помощь в проведении измерений.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В.М.Котов, Н.Г.Буланова и др.

Сообщение ОИЯИ, IO-7939, Дубна, 1974.

2. European Spiral Reader Symposium. CERN 72-16, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 мая 1974 года.