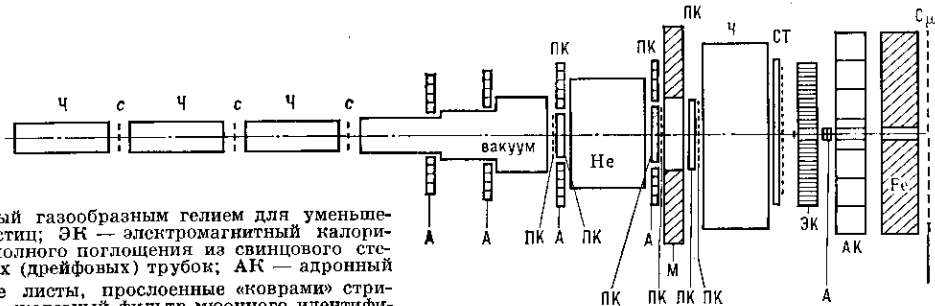


траекторий частиц в магн. поле, энергосепарация в годоскопич. элементах калориметра и т. п. Последняя ступень перед записью — фильтрация данных — осуществляется с помощью мини-ЭВМ в течение 10—100 мс. На этой стадии, определяющей скорость накопления статистики, происходит распознавание события с учётом полной информации, поступившей от детекторов, после чего оно регистрируется, напр. на магн. ленте. При формировании и преобразовании информации сигналов, создании триггеров разного уровня, хранения и передаче данных используются аналоговые и цифровые электронные устройства, для к-рых разработан ряд стандартов (НИМ, КАМАК, ВЕКТОР, СУММА и др., см. *Автоматизация эксперимента*).

Обработка записанной информации требует применения быстродействующих ЭВМ. Каждое зарегистрированное событие содержит обширную координатную, временную и амплитудную информацию объёмом до 10^4 бит. Обработка данных включает их декодирование, восстановление пространств. положения каждого трека и привязку результатов спектрометрич.

Рис. 1. Схематическое изображение спектрометра ИСТРА: М — магнит; Ч₁₋₄ — пороговые черенковские счётчики; С₁₋₃ — годоскопические сцинтилляционные счётчики, включённые в схему совпадений; А₁₋₅ — годоскопические сцинтилляционные антисовпадательные счётчики; ПК₁₋₆ — координатные пропорциональные камеры (с проволочками во взаимно перпендикулярных направлениях); He — объём, заполненный газообразным гелием для уменьшения многократного рассеяния частиц; ЭК — электромагнитный калориметр (черенковский спектрометр полного поглощения из свинцового стекла); СТ₁₋₄ — годоскоп стримерных (дрейфовых) трубок; АК — адронный калориметр, содержащий стальные листы, прослоенные «коврами» стримерных (дрейфовых) трубок; Fe — железный фильтр мюонного идентификатора; С_μ — мюонный сцинтилляционный годоскоп.



измерений к абс. энергетич. шкале (с учётом данных калибровки детекторов). Восстановленная пространств. картина визуализируется для контроля на экране дисплея. После анализа отд. событий и идентификации продуктов взаимодействия проводится статистич. обработка, корреляц. анализ, группировка событий по разл. признакам и т. п. Обработка фоновой информации от трековых детекторов дополнительно включает ручной или автоматизированный поиск нужных треков среди множества фоновых и измерение их параметров с записью для дальнейшего анализа (см. *Анализ данных*).

Контроль и калибровка К. с. д. необходимы для поддержания стабильных условий работы и абс. привязки результатов координатных и амплитудных измерений (автоматич. контроль тока в магнитах, температуры, состава и давления газа в газоразрядных детекторах, напряжения питания детекторов и др.). Для калибровки спектрометрич. каналов используются эталонные радионуклиды, светодиоды и лазеры (калибровка фотоумножителей), прецизионные генераторы импульсов. В ряде К. с. д. предусмотрен периодич. контроль стабильности триггера и эффективности фильтрации данных путём генерации искусств. событий. Примеры крупномасштабных К. с. д. ИСТРА и ГЕЛИОС показаны на рис. 1 и 2.

Спектрометр ИСТРА, установленный в смешанном адронном пучке ускорителя У-70 (ИФВЭ) с энергией 70 ГэВ, предназначен для регистрации редких распадов пионов и каонов, идущих с вероятностью порядка 10^{-9} — 10^{-8} относительно основных мод распада. Спектрометр содержит годоскопы сцинтилляционных совпадательных счётчиков, локализирующих траектории пионов и каонов, и идентифицирующие их пороговые черенковские детекторы (рис. 1). Координаты заряж. продуктов распада, происходящего в вакуумированном объёме, к-рый окружён антисовпадательными

сцинтилляц. счётчиками (см. *Совпадения метод*), регистрируются проволочными пропорц. камерами ПК₁₋₆, расположенными до и после магнита. Это позволяет определять импульсы вторичных частиц по отклонению в магн. поле.

Энергия и координаты вторичных γ -квантов и электронов измеряются эл.-магн. калориметром ЭК, а энергия вторичных адронов — адронным калориметром АК. Оконечный элемент спектрометра — мюонный идентификатор С_μ. В экспериментах на этом спектрометре получены прецизионные данные о вероятностях распадов каонов:

$$K^+ \rightarrow \pi^0 \gamma e^+ \bar{\nu}; K^+ \rightarrow \pi^0 \pi^+ e^- \bar{\nu}; K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0;$$

$$\pi^0 \rightarrow 4\gamma; K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \gamma; K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0 \gamma.$$

Спектрометр ГЕЛИОС используется для изучения взаимодействий ускоренных ядер O и S (с энергией порядка 200 ГэВ/нуклон) с тяжёлыми ядрами. Он позволяет измерять спектры вторичных частиц, исследовать их корреляции, идентифицировать электроны, мюоны,

нейтрино и т. д. В ЦЕРН'е он имеет секционированную активную мишень в виде 200 катодных проволочек пропорц. камеры ПМ (рис. 2), натянутых в плоскости пучка в поперечном ему направлении (шаг 0,5 мм). Малая толщина проволочек (100 мкм, т. е. менее 10^{-3} ядерного пробега) и амплитудный анализ сигналов позволяют свести к минимуму вклад вторичных взаимодействий в мишень. Использование проволочек из разл. материалов при идентификации точки взаимодействия даёт возможность исследовать изменение характеристик процесса столкновения ядро—ядро с ростом ат. номера Z вещества мишени. Для повышения вероятности попадания первичных частиц на мишень используется «ленточный» пучок, растянутый в поперечном горизонтальном и сжатый в вертикальном направлениях.

Вершинный детектор КД — кремниевый микростриповый с координатным разрешением 10 мкм. Для измерения импульсов вторичных частиц, вылетающих из мишени (множественность рождения до 10^3), используется т. н. передний магн. спектрометр, содержащий прецизионные многотрековые дрейфовые камеры ДК с пространств. разрешением 80 мкм, что обеспечивает точность измерений импульса порядка 0,001 ГэВ/с. Отделение вторичных электронов от адронов производится с помощью расположенного за магн. спектрометром 8-слойного детектора рентг. переходного излучения.

Информация о рождении нейтрино получается из измерений полного энергосепарации продуктов взаимодействия. Энергия вторичных адронов измеряется с помощью калориметров — позитронного жидкоаргонового с урановыми поглотителями и сцинтилляционных — уранового, прослоенного пластинами из органич. сцинтиллятора, и железного, использующего в качестве поглотителя ярмо магнита. Толщина вещества этих калориметров отвечает 10 ядерным про-