

димости еженедельной заправки жидким гелием. Это вызвало развитие нового раздела криогенной техники — микрокриогенки. Исследования по микрорефрижерации для сквидов начаты в последнее время в США. Дж. Циммерман (США) рассказал на симпозиуме о своем микрорефрижераторе, работающем по циклу Стирлинга и обеспечивающем температуру ниже 7 К уже через 15 мин после начала работы. Очевидно, что дальнейшее усовершенствование прибора приведет к созданию достаточно простого устройства, которое позволит вести сверхчувствительные магнитографические исследования вдали от развитых криогенных лабораторий. Сообщалось также о предложенном и испытывавшемся В. Литтлом (США) способе охлаждения тонкопленочного сквигда на последней ступени рефрижератора. В нем использовался эффект Джоуля — Томсона, а все необходимые для охлаждения компоненты системы (теплообменник, вентиль) были интегральной частью подложки тонкопленочного сквигда, так что и сквигд, и ступень микрорефрижератора изготавливались вместе в одном фотолитографическом процессе.

Главной достопримечательностью симпозиума и гордостью его организаторов была первая в Европе ферромагнитно-экранированная комната, стены которой состоят из трех слоев  $\mu$ -металла (магнитная проницаемость  $\mu = 3 \cdot 10^4$ ), разделенных слоями алюминия. Внутренний объем комнаты  $2,4 \times 2,4 \times 2,4$  м, стоимость — 500 тыс. долл., время сооружения — 6 лет. По уровню экранирования она на данный момент лучшая в мире и для частот выше 0,5 Гц ослабляет внешние магнитные шумы до уровня  $3 \cdot 10^{-14}$  Тл/ $\sqrt{\text{Гц}}$ . Это позволяет проводить самые тонкие магнитные измерения, включая исследования мозга человека.

Необходимость в создании еще более совершенных экранированных комнат связана с ожидаемым дальнейшим улучшением чувствительности сквидов и планированием еще более тонких физических и биомагнитных экспериментов, для которых снижение уровня шумов, обеспечиваемое существующими комнатами, уже недостаточно. Почти аналогичная финской ферромагнитно-экранированная комната, но уже с пятислойными стенами строится в Западном Берлине. В Станфордском университете под руководством У. Фейрбенка готовы приступить к строительству комнаты, экранированной «абсолютно», т. е. сверхпроводником. Такой проект будет стоить в 5—10 раз больше, чем

осуществленный в Финляндии, но во много раз улучшит экранировку, особенно в области очень низких частот, т. е. для возмущений с периодами от 10 с до одних суток. Это позволит поставить невозможные ныне эксперименты как по фундаментальным проблемам физики, так и в области биомагнетизма человека, особенно мозга.

Сверхчувствительная магнитометрия больших объектов получила наибольшее применение в биомагнитных исследованиях, так как они имеют общечеловеческое значение. Но ее перспективы этими исследованиями не ограничиваются. Возможны другие физические и технические применения крупномасштабной магнитометрии на основе сквидов, где требуется чрезвычайно высокая чувствительность к магнитному полю. Так, весьма заманчивым явилось предложение использовать сквид-магнитометр для контроля качества тзволов ядерных реакторов. На конференцию ИНТЕРМАГ — 80 (Бостон, 21—24 апреля 1980 г.) был заявлен доклад на эту тему. Однако, как выяснилось из бесед на симпозиуме, он не был представлен ни в устной, ни в печатной форме по коммерческим соображениям, возникшим у руководителей фирмы «Дженерал электрик», сотрудники которой выполняли эту работу. Кроме того, крупномасштабная магнитометрия может применяться: в магнитных измерениях для геофизической разведки, для измерений искажений магнитного поля около химического реактора, если происходящие в процессе реакции молекулярные изменения сопровождаются изменениями магнетизма молекул; в палеомагнетизме (измерение географической ориентации вектора слабой намагниченности образцов горных пород для получения информации о направлении магнитного поля Земли, вызванного этой намагниченностью в момент кристаллизации породы в доисторические времена); при испытании слабомагнитных и немагнитных материалов; для разработки и градуировки новых типов магнитометров и сасептометров (приборов для измерения магнитной восприимчивости); в экзотических физических экспериментах, например, при проверке гравимагнитной гипотезы (тяжелый нейтральный шар при вращении приобретает магнитный момент); в исследовании изменений магнитных свойств вещества под влиянием экстремальных воздействий (высокого давления, высокой дозы радиации и т. п.), создаваемых крупномасштабной аппаратурой.

ВВЕДЕНСКИЙ В. Л., ОЖОГИН В. И.

## X Международный симпозиум по ядерной электронике

Симпозиум проходил с 10 по 16 апреля 1980 г. в Дрездене (ГДР). Он был организован ОИЯИ совместно с Центральным институтом ядерных исследований ГДР и Дрезденским техническим университетом. В работе симпозиума участвовали 220 специалистов из стран-участниц ОИЯИ и ряда западноевропейских стран.

Было представлено более 100 докладов. Наибольшее число из них посвящено применению микропроцессоров и вычислительной техники в физических исследованиях, аппаратура для которых, как правило, изготавливается в стандарте КАМАК.

Интересные доклады о развитии вычислительной техники в ГДР были сделаны представителями комбината «Роботрон», где начал выпуск новой ЭВМ средней мощности ЕС-1055, которая сменит ЭВС ЕС-1040. Новая ЭВМ по характеристикам значительно превосходит свою предшественницу. Другим направлением разработок комбината является создание мини-ЭВМ на базе микропроцессоров. Создано две серии таких мини-ЭВМ: К-1520 и К-1600. Последняя из них по программному обеспечению совместима с ЭВМ типа СМ-3 и СМ-4.

Ряд докладов был посвящен созданию в различных институтах интеллектуальных контроллеров и микро-ЭВМ на основе микропроцессоров. Большинство разработанных контроллеров выполнено в стандарте КАМАК. Чаще всего в них используются микропроцессоры типа «Интел-8080», а также типов Z-80, «Моторола-6800», «Интерсил-6100» и др. В некоторых институтах разработаны системы с распределенными вычислительными ресурсами, т. е. содержащие несколько контроллеров в одном крейте. Интересная мультипроцессорная система разработана в Болгарии. Она передается в ОИЯИ для применения в экспериментах.

Следует отметить доклады по оснащению микро-ЭВМ различными внешними устройствами, в первую очередь, графическими дисплеями на основе промышленных телевизоров. Полупроводниковые динамические запоминающие устройства большой емкости позволили создать дисплеи с автономной памятью для всего изображения. Сообщалось об интерфейсах как для цветных, так и черно-белых телевизоров. Наилучшее разрешение — 512 точек  $\times$  256 строк. В состав ряда интерфейсов входят микропроцессоры,

управляющие работой генераторов векторов, однако сложные дисплеи требуют внесения изменений в стандартные телевизоры.

Значительное внимание было уделено разработке программного обеспечения микро-ЭВМ, необходимого для широкого применения в физических экспериментах.

В нескольких докладах рассматривались системы для передачи информации на большие расстояния по цифровым линиям связи. В докладе М. Дражева (Болгария) обсуждались перспективы использования в этих целях волоконно-оптических линий.

Нашли свое отражение и вопросы создания многомашинных комплексов для накопления и обработки информации, получаемой в ядерно-физических исследованиях. Как правило, такие комплексы строятся по иерархическому принципу: для связи с экспериментальной аппаратурой и управления ее работой применяются малые и микро-ЭВМ, а для обработки полученной информации в реальном времени используется большая ЭВМ, связанная с малыми кабельными линиями.

Большое число докладов было посвящено амплитудной и временной спектрометрии. В настоящее время развитие спектрометрической аппаратуры идет в основном по пути повышения быстродействия и стабильности спектрометрических трактов, увеличения емкости накопительных устройств и возможностей спектрометров за счет более широкого использования мини- и микро-ЭВМ. Было сообщено о новых вариантах схем зарядово-чувствительных предусилителей и основных усилителей, в которых основное внимание обращается на повышение быстродействия без ухудшения разрешающей способности. Были представлены и прецизионные аналого-цифровые преобразователи с высоким быстродействием. Один из них, разработанный в ОИЯИ и выполненный по двухступенчатому принципу, имеет время преобразования 6 мкс для 4096 каналов.

Появление малогабаритных полупроводниковых схем памяти открыло новые возможности в конструировании многоканальных анализаторов. На симпозиуме доложено о нескольких конструкциях таких анализаторов, выполненных в стандарте КАМАК. Среди них и дешевые анализаторы, полностью размещающиеся в одном крейте, и сложные, имеющие в своем составе микро-ЭВМ, которые позволяют обрабатывать как одномерные, так и многомерные спектры.

Комплексные спектрометрические установки, предназначенные для конкретных экспериментов в различных областях ядерной физики, также нашли свое отражение в ряде докладов. К числу таких установок относятся рентгеновские, мессбауэровские, нейтронные спектрометры и т. п. Как правило, в их состав входят мини- или микро-ЭВМ.

Большое внимание было уделено электронной аппаратуре для физики высоких энергий. Общая тенденция развития такой аппаратуры состоит в дальнейшем увеличении числа регистрирующих каналов, уменьшении времени считывания данных и создании быстродействующих систем для фильтрации поступающей информации перед ее передачей в ЭВМ. В Гамбурге (ФРГ) разработано быстродействующее микропроцессорное устройство МОНИКА, предназначенное для выделения в реальном времени исследуемых криволинейных треков из числа регистрируемых установкой, включающей девять цилиндрических дрейфовых камер. Отбор событий проводится в два этапа. Предварительный процессор на первом этапе представляет собой маску из программируемых логических схем большой степени интеграции; он выдает решение за 1 мкс. Микропроцессорное устройство на втором этапе вступает в действие

в случае положительного решения предварительного процессора и определяет полярные координаты 10 треков; выдает решение за 1 мс. При положительном решении информации записывается в ЭВМ для дальнейшей обработки. Общий коэффициент отбора порядка  $10^4$ .

В докладе группы итальянских физиков обсуждались особенности использования кремниевых детекторов в физике высоких энергий. В телескопах, устанавливаемых в пучках высокоэнергетических частиц, они являются не только детекторами, но и мишениями.

Несколько докладов посвящено аппаратуре для регистрации информации с многопроволочных пропорциональных и дрейфовых камер. Обращается внимание на ускорение считывания данных путем обращения только к элементам, несущим значащую информацию, а также на упрощение устройства каждого канала, что особенно важно при росте общего числа проволочек в системах камер.

Обсуждалась аппаратура для обработки изображений, получаемых с трековых детекторов. В докладе ОИЯИ представлена телевизионная система регистрации видеозображений со стримерных камер. Система для обработки фотоснимков со стримерных камер с помощью линейки, состоящей из 1728 фотодиодов, описана в докладе венгерских специалистов. Доклад специалистов ГДР был посвящен описанию полуавтоматической установки для обработки снимков ХЕВАС, основанной на трехуровневой системе малых и микро-ЭВМ.

На симпозиуме рассматривались электронные системы управления ускорителями и реакторами. Такие системы позволяют существенно повысить надежность и эффективность работы сложных ядерных установок; в их состав обычно включаются мини- или микро-ЭВМ. Несколько докладов было посвящено контролю работы различных систем ускорителей, а также оптимизации параметров пучков. Серьезное внимание уделено автоматизации управления энергетическими ядерными реакторами. Рассмотрены вопросы измерения флюктуаций нейтронных потоков внутри и вне активной зоны, вибрации узлов реактора, регулирования мощности и т. д.

О деятельности комитета ESONE по разработке новых стандартов сообщил член этого комитета Р. Трехчинский (ПНР). Предполагается, что стандарт КАМАК будет существовать еще не менее 10 лет. В ближайшее время ожидается принятие документа о его модернизации. В нем предусматривается ряд изменений (расширение адресации модулей в крейте, асинхронный временной цикл и т. д.). В результате этих изменений стандарт КАМАК должен стать более удобным для использования микропроцессоров и больших накопительных устройств. Комитет ESONE принимает участие в обсуждении разрабатываемого в США нового стандарта «Быстрая магистраль» (Fast Bus). Ожидается, что этот стандарт окончательно будет принят в конце текущего года. Однако новая система не заменит КАМАК, поскольку она значительно сложнее и дороже и будет применяться только в физике высоких энергий, где необходимо высокое быстродействие — в 10 раз выше, чем в стандарте КАМАК. В настоящее время в комитете обсуждается стандарт на так называемую «простую систему» (Simple System). Она должна быть проще и дешевле, чем существующие, но иметь не меньшее быстродействие и более современную магистраль, чем стандарт КАМАК. За основу новой системы предполагается взять магистраль и механические конструкции стандарта «Евробас».

Труды симпозиума будут опубликованы Центральным институтом ядерных исследований ГДР.

СИНАЕВ А. Н.