

ная в 1975–1980 годы сотрудниками ЛВТА под руководством Л.С. Нефедьевой. Спектры ядерных излучений поступают в ЭВМ в виде массивов чисел. Таких массивов в одном эксперименте может быть несколько сотен. Таким образом возникает проблема хранения и обработки больших объемов информации, которая в системе СОС решается путем создания аппарата работы с файлами – массивами информации, состоящими из отдельных записей и хранящимися в памяти ЭВМ¹.

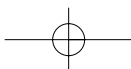
5. Использование ЭВМ на линии с экспериментальными установками

Современные крупные физические эксперименты на больших ускорителях были бы невозможны без использования ЭВМ для управления и мониторинга всей аппаратуры, сбора данных и различных функций предварительной, в реальном времени, обработки и фильтрации данных.

Развитие методов применения ЭВМ на линии с физическими установками в ОИЯИ началось с появлением первой пригодной для этих задач машины. Активное участие в становлении этих методов в ОИЯИ, наряду с сотрудниками физических лабораторий, приняли сотрудники ЛВТА. Первые работы в этом направлении были связаны с экспериментами по $\pi^- p$ -рассеянию на синхрофазотроне ОИЯИ, в которых использовались магнестрикционные камеры на линии с ЭВМ БЭСМ-3М. В процессе создания этой системы получен первый опыт по решению проблем, касающихся процессов сбора информации, оперативного контроля экспериментального оборудования, хода эксперимента в реальном масштабе времени и автоматического распознавания графических образов событий. Все это послужило основой для дальнейшего бурного внедрения методов компьютеризации экспериментов, проводимых на ускорителях в ОИЯИ и других физических центрах. Опыт создания этой первой системы затем был использован при разработке следующей, включающей ЭВМ БЭСМ-4 на линии с установкой СКИФ, работавшей на синхрофазотроне ОИЯИ.

Следующий важный этап развития работ в этой области связан с проведением, начиная с 1968 года, первых экспериментов в ИФВЭ (Серпухов) на ускорителе У-70. Сотрудники ЛВТА внесли существенный вклад в разработку алгоритмов и программного обеспечения бесфильмового спектрометра с искровыми камерами (установка БИС – бесфильмовый многотрековый искровой спектрометр) для экспериментов по генерации нейтральных каонов. По сравнению с экспериментами на синхрофазотроне ОИЯИ здесь резко возросли требования из-за многократного увеличения масштабов установки, большого объема информации, получаемой за каждый цикл срабатывания спектрометра, усложнения топологии и удвоения внутренней множественности полезных событий, а также из-за повышения уровня фоновых грузов.

¹ Бутцева Г.Л., Воробьева Н.Н., Говорун Н.Н., Завьялова А.С., Злоказов В.Б., Нефедьева Л.С., Расторгуев А.А., Рерих Т.С., Салтыков А.И., Стойков В.Н., Тарасова В.Н., Ягафарова В.Н. Проблемно-ориентированная библиотека программ обработки спектрометрической информации. ОИЯИ Р10-85-171. Дубна, 1985.



Новый этап работы в этой области связан с созданием математического обеспечения для установки «Фотон», в которой устройство управления, сбора и обработки информации развивались в стандартной системе ядерной электроники КАМАК на базе все более усовершенствованных ЭВМ. Использование средств стандартной электроники и вычислительных машин (третье поколение ЭВМ), обладающих развитыми периферийными устройствами, открыло новые возможности для создания многопараметрических экспериментальных установок, предназначенных для изучения широкого класса физических явлений.

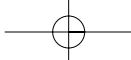
Так, со второй половины 70-х годов в крупномасштабных экспериментах ОИЯИ в качестве базовой управляющей ЭВМ стала использоваться ЭВМ ЕС-1040. Наличие каналов связи в сочетании с относительно высокой вычислительной мощностью способствовали широкому применению таких машин в системах управления экспериментом. Первая система реального времени на базе ЕС-1040 была разработана для экспериментов по поиску очарованных частиц на ускорителе У-70. Комплекс программ для этого конкретного эксперимента включал в себя специально разработанное базовое математическое обеспечение, как относительно самостоятельный программный продукт, ориентированный на широкий класс физических задач. Благодаря такому подходу в сжатые сроки затем было создано математическое обеспечение экспериментов на установке «Кристалл», проведенных в сотрудничестве с рядом других институтов.

Проведение совместного ОИЯИ–ЦЕРН мюонного эксперимента в 80-х годах позволило объединить усилия специалистов двух крупных институтов для разработки математического обеспечения электронных экспериментов. В этом сотрудничестве были созданы проблемно-ориентированные пакеты программ, применяемые практически во всех физических центрах мира. Примерами таких программных пакетов, созданных сотрудниками ЛВТА в соавторстве со специалистами ЦЕРН, является НВООК – пакет программ для статистической обработки результатов эксперимента и для динамической настройки программ и организации диалогового режима.

Электронные вычислительные машины также использовались уже в первых экспериментальных исследованиях в ОИЯИ в области ядерной физики для обработки спектрометрических данных. Последующее развитие экспериментальной методики привело к созданию систем обработки ядерно-спектрометрической информации, в которых ЭВМ накапливала данные, поступающие в нее из экспериментальных установок по кабелям.

В шестидесятых годах успешно применялась система приема, накопления и обработки данных в реальном масштабе времени, созданная совместно сотрудниками ЛВТА и ЛНФ на базе измерительного центра ЛНФ и вычислительных машин Минск-2 и М-20, установленных в ЛВТА. С 1969 года эксплуатировалась и развивалась аналогичная система, выполненная на основе ЭВМ БЭСМ-4 и измерительного центра ЛНФ. Дальнейшее развитие этой системы заключалось в объединении измерительно-вычислительных центров ЛНФ, ЛЯР и ЛЯП с измерительно-вычислительным комплексом ЛВТА в единую трехуровневую систему.

На первом, нижнем, уровне расположены измерительные модули, в состав которых входят измерительное оборудование и малая ЭВМ с проблемно-ориентированным математическим обеспечением. На втором – находится ЭВМ более высокого



класса с развитым математическим обеспечением для хранения, сортировки и предварительной обработки экспериментальных данных. На третьем уровне расположены машины высокого класса вычислительного комплекса ЛВТА, оснащенные обширной библиотекой программ обработки спектров.

Такая иерархическая трехуровневая архитектура под названием «стандартная архитектура» и в настоящее время широко используется при построении систем управления крупными физическими экспериментами и ускорителями. Однако современные системы отличаются от своих предшественников широким применением современных стандартных средств информационных технологий: модульных систем электроники, компьютерных сетей, стандартных шин и т.д.

6. Развитие методов математической физики

Вычислительная физика как научное направление оформилась в ОИЯИ к началу девяностых годов. Основную задачу этого направления в настоящее время можно сформулировать как алгоритмическую и программную поддержку теоретических и экспериментальных исследований, проводимых в Институте на основе эффективного использования современных вычислительных систем и высокоскоростных сетей.

Ранее работы по математическому обеспечению физических исследований велись в лаборатории в двух практически независимых направлениях.

Первое – вычислительная математика, возглавляемое профессором Е.П.Жидковым, включало разработку и развитие методов численного решения задач математической физики, возникающих в физических приложениях, и их программную реализацию, а также выполнение больших расчетов. Сюда же относилась разработка методов и комплексов программ статистического моделирования физических процессов. О развитии этого направления было написано в статьях профессоров В.С.Барашенкова, Е.П.Жидкова, В.Г.Маханькова, Е.Христова в юбилейных изданиях «Объединенный институт ядерных исследований (1956–1986)»; «Научное сотрудничество социалистических стран в ядерной физике»; «ОИЯИ 40»^{1–4}.

Второе направление – математическая обработка экспериментальных данных, которым руководил член-корреспондент АН СССР Н.Н.Говорун, обеспечивало практически все эксперименты, проводимые в Институте, путем разработки и сопровождения больших систем моделирования и обработки экспериментальной информации.

¹ Барашенков В.С. Математическое моделирование ядерно-физических процессов, инициируемых частицами высоких энергий // Объединенный институт ядерных исследований (1956–1986) / Под общей ред. акад. Н.Н.Боголюбова. Дубна, 1986. С. 253–262.

² Жидков Е.П. Непрерывный аналог метода Ньютона в нелинейных задачах математической физики // Объединенный институт ядерных исследований (1956–1986) / Под общей ред. акад. Н.Н.Боголюбова. Дубна, 1986. С. 270–274.

³ Жидков Е.П., Маханьков В.Г., Христов Е. Нелинейные задачи математической физики // Научное сотрудничество социалистических стран в ядерной физике / Под ред. Н.Н.Боголюбова. М.: Энергоиздат, 1986. С. 108–112.

⁴ Жидков Е.П. Математическое моделирование – физикам // ОИЯИ 40. Хроника, воспоминания, размышления / Под ред. В.Г.Кадышевского, А.Н.Сисакяна, В.М.Жабицкого. Дубна, 1996. С. 114–118.

