

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

И- 239

P10-87-898

И.М.Иванченко, Ю.В.Седых

РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ НА БАЗЕ ПЭВМ
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

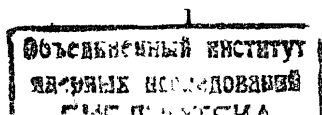
Направлено в журнал "Программирование"

1987

Прогресс в области физики высоких энергий (ФВЭ) предполагает расширение границ мощности и возможностей вычислительной техники. Радикальное увеличение мощности Центрального вычислительного комплекса в ОИЯИ за счет ЭВМ Единой системы предопределило разработку средств для реализации потенциальных возможностей этих машин. В русле разработок были предложены методики и математическое обеспечение^{1,2/} для эффективного проведения рутинной массовой обработки физической информации на ЭВМ коллективного пользования в автоматическом пакетном режиме.

Другой важной задачей, также решаемой на больших ЭВМ в режиме разделения времени, является разработка программ для экспериментов ФВЭ. Окружение, инструментальные средства для решения этой задачи по степени ориентированности на предметную область можно разделить на 3 класса (уровня). К первому классу относятся универсальные средства программирования на алгоритмических языках высокого уровня. Основным языком программирования в ФВЭ является ФОРТРАН-77. К этому же уровню операционной среды можно отнести и систему поддержки программных текстов. Особенности этих объектов являются большой объем, многовариантность, гибкость, а также свойства, связанные с распределенным, коллективным характером разработок. Ко второму классу относятся библиотеки подпрограмм. Библиотечные модули используются в конкретных физических программах как непосредственно, так и, чаще всего, косвенно через методо- и проблемно ориентированные пакеты прикладных программ, которые относятся к третьему классу.

Главная особенность проблемы разработки программ связана с объективной необходимостью обеспечения активного творческого участия человека (прикладного программиста, математика, физика) в процессе создания программ, конструирования и исследования алгоритмов. Важную роль в повышении эффективности решения этой проблемы могут сыграть персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ). До недавнего времени ПЭВМ использовались в ФВЭ главным образом как гибкие графические терминалы, испытательные стенды. Примерами этого являются



применения персональных ЭВМ в локальной сети БИЗОН^{/3/} (в экспериментах на многочастичном бесфилъмовом спектрометре БИС-2) и на участке испытаний детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ^{/4/}. Благодаря развитым средствам переработки текстовой информации ПЭВМ широко используются в системах информационного обеспечения (документирование, подготовка публикаций и т.п.). С ростом вычислительной мощности и с увеличением объема основной памяти появились потенциальные возможности использования ПЭВМ в качестве инструментального средства разработки программ. Главными недостатками^{/5/}, сдерживающими применение ПЭВМ в ФВЭ, являются низкая мощность и изолированность от сложившегося компьютерного окружения физики высоких энергий.

Определяющим фактором успешного применения современной ПЭВМ для разработки программ является уровень интеграции, совместимости этого нового инструмента с существующей операционной средой, включающей широкий спектр базовых программных продуктов, зачастую достигших в условиях жесткого отбора статуса де-факто международных стандартов. Приемлемый уровень интеграции позволяет гармонически сочетать лучшие стороны и позитивный материализованный опыт, накопленный на существующих системах коллективного пользования с высоким качеством представления информации, надежностью, простотой и удобством применения персональных машин. Следует отметить, что статус стандарта математического обеспечения в ведущих ядерно-физических центрах означает развитие, совершенствование соответствующего программного продукта. Потеря такого статуса для тиражируемых объектов, каковыми являются программные продукты, эквивалентна "замораживанию", подразумевающему только исправление ошибок, и, в конце концов, выводу из централизованного обслуживания.

Аппаратным оборудованием рассматриваемой рабочей станции является ПЭВМ типа IBM-PC/AT в следующей конфигурации. Основная память - 640 Кбайт, дисковый накопитель - 30 Мбайт, монитор - разрешающая способность 640*400, 16 цветов, сопроцессор для операций с плавающей запятой и печатающее устройство типа EPSON.

Скорость обмена персональной машины с центральными ЭВМ посредством программы KERMIT можно оценить следующим образом. Обмен файлом размером 10 Кбайт с ЭВМ CDC-6500 занимает (при ее средней загрузке) около 10 минут, с ЭВМ ЕС 1061 - около 1,5 мин. При создании как базовых, так и конкретных программ использовались возможности связи ПЭВМ с центральными вычислительными машинами, на которых

осуществляется распечатка больших объемов и хранится архив экспериментальных данных на магнитных лентах. Большие текстовые библиотеки программ и базы калибровочных данных размещаются также на запоминающих устройствах центральных машин. Относительная независимость рабочей станции достигнута за счет рациональной организации базового программного обеспечения и размещения выборок экспериментальных данных ограниченного объема на дисках ПЭВМ.

В качестве языка программирования среди многих доступных выбран ФОРТРАН-77. За время проведения описываемых работ сменилось две версии штатной системы программирования. Диалект языка, последней версии удовлетворительно согласуется как со стандартом языка, так и с его реализациями на главных ЭВМ физических центров. По своим возможностям используемая система программирования на ФОРТРАНе сравнима, а по некоторым аспектам и превосходит средства программирования на обычных больших машинах. При создании базовых модулей используется также язык ассемблера. Однако применение этого языка в конкретных программах, исходя из общих современных концепций программирования, целенаправленно ограничивается.

Неотъемлемой частью технологического окружения являются системы поддержки программных текстов (СППТ). Развитыми СППТ, сосуществующими как во времени, так и в пространстве (на одинаковых типах машин), являются UPDATE, PATCHY, HISTORIAN PLUS. В силу ряда положительных свойств, а также популярности среди пользователей, представляющих предметную область, нами выбрана система PATCHY. Несколько вариантов системы, реализованных на ФОРТРАНе с небольшой долей ассемблерных модулей для разных машин, имеют достаточно широкую область пересечения - портативную часть. При адаптации системы PATCHY - создании варианта, прямо ориентированного на ПЭВМ - за основу была взята версия, используемая на ЕС ЭВМ. Портативная часть результирующего варианта не уменьшилась. Более того, некоторые функции, выполняемые в исходном варианте ассемблерными программами, удалось реализовать на языке высокого уровня. Задача создания стандартного (с точки зрения пользователя) программного продукта включала одними из главных требований портативность базы данных и унификацию интерфейса пользователя.

Ко второму уровню операционной среды относятся библиотеки подпрограмм KERNELIB и GENLIB^{/6/}. Эти библиотеки широко используются и сопровождаются на центральных ЭВМ ЦЕРН, ОИЯИ и других научных центров. В результате длительной эволюции в условиях интенсивного использования

на всех типах больших ЭВМ, как отдельных модулей, так и библиотек в целом, достигнуто высокое качество программных продуктов и соответствующей документации. Большая часть рассматриваемых подпрограмм, написанных на ФОРТРАНе, не требовала особых усилий при постановке благодаря их высокой мобильности. Часть необходимых подпрограмм, выполняющих, например, операции с битами - байтами, осуществляющие взаимодействие с таймером и т.п., написаны на языке ассемблера персональной ЭВМ с соблюдением стандарта интерфейса пользователя. Для некоторых базовых фортранных подпрограмм были сделаны ассемблерные варианты, если это давало ощутимый выигрыш в эффективности. Материализованным результатом процесса адаптации библиотек явился набор текстовых модулей - РАМ файл в системе РАТСНУ, из которого при необходимости можно извлекать любую подпрограмму для непосредственного использования или пересылки в базовую объектную библиотеку. Такой подход позволяет эффективно учесть специфику применения библиотеки широкого профиля на персональных ЭВМ.

К третьему уровню программного окружения относятся проблемно ориентированные пакеты. Именно они, как правило, и используются непосредственно в конкретных программах. В отличие от элементов предыдущего уровня, где на конкретной персональной ЭВМ в объектную библиотеку генерируется часть модулей из текстовой, между библиотеками рассматриваемого уровня существует взаимно - однозначное соответствие. В настоящее время поставлены и проверены в эксплуатации пакеты FFREAD, HPLOT и HBOOK^{7/}. Эти пакеты, как отмечалось в докладе^{8/} на конференции "ЭВМ в физике высоких энергий (СНЕР'87)", используются во всем мире в течение многих лет тысячами физиков, инженеров, студентов. При постановке рассматриваемых пакетов программ удалось избежать части трудностей, связанных с машинной зависимостью, благодаря тому, что пакеты написаны на мобильном подмножестве ФОРТРАНа, а вызываемые внешние подпрограммы (в том числе и ассемблерные) принадлежат выше рассмотренным библиотекам. Единственная существенная особенность адаптации HBOOK/HPLOT связана с использованием переопределяемого в программах пользователя общего блока для размещения локальной базы данных. Эта особенность, не согласующаяся с методом доступа к общим блокам на ПЭВМ, сильно ограничивала размеры используемой динамической памяти. Для устранения этого ограничения была разработана поэтапная автоматическая процедура перехода от текстового представления программ к объектным библиотекам. Промежуточные результаты трансляции, получаемые в форме ассемблерных программ, корректировались специально

созданной программой, а затем преобразовывались штатными средствами ассемблирования в форму двоичных библиотек.

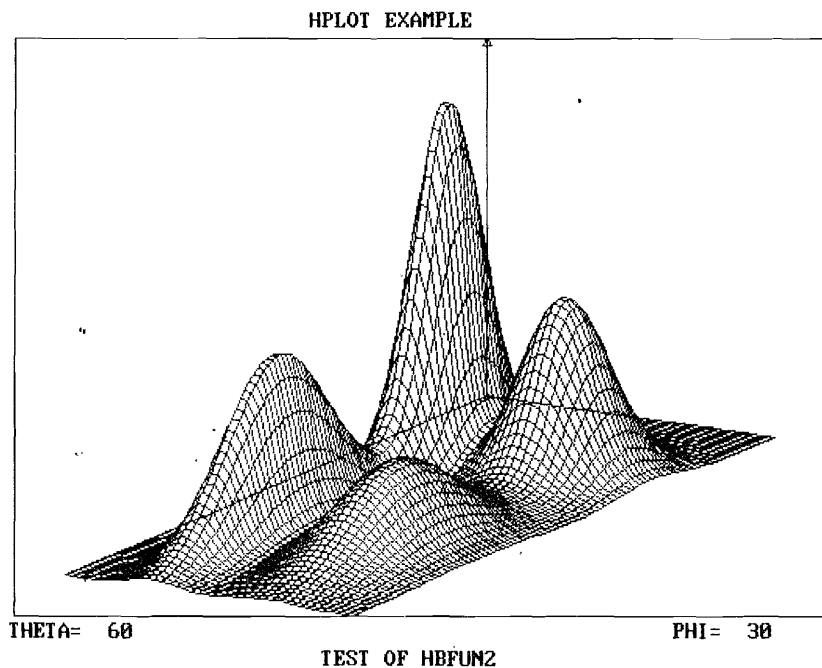
С целью повышения точности и эффективности в процессе адаптации HBOOK усовершенствованы программы HFIT и HFF1. Эти усовершенствования не связаны со спецификой ПЭВМ, они улучшают свойства подпрограммы фитирования и накопления статистических распределений для всех основных ЭВМ, применяемых в настоящее время в ФВЭ. Обращение к подпрограмме HFIT совпадает с обращением к HFITL, но отличается алгоритмами поиска варьируемых параметров.

Выше мы рассматривали базовое математическое обеспечение, состав которого определился концепцией приемлемого уровня интеграции ПЭВМ со сложившимся в результате длительной эволюции программным окружением ФВЭ. Ниже мы проанализируем средства, прямо связанные с потенциальными возможностями ПЭВМ для работы в интерактивном режиме с применением машинной графики.

Существенным результатом в создании адекватного обеспечения интерактивной машинной графики является разработка диалоговых средств и быстрых программ изображения графических макропримитивов. На раннем этапе освоения ПЭВМ, при постановке пакета HPLOT, был создан базовый набор графических программ GPLLOT, основанный на штатных системных средствах ПЭВМ, эмулирующий пользовательский интерфейс пакета GD3^{9/}, осуществляющий вывод содержимого видеобуфера на печатающее устройство и выполняющий некоторые другие функции. Пример изображения, полученного с помощью HPLOT, показан на рисунке. Созданное математическое обеспечение вполне соответствует требованиям и условиям иллюстративной машинной графики. Однако планирование решения задач, связанных с взаимодействием человека с передвигаемыми пространственными графическими объектами, предопределило исследование и реализацию возможности повышения скорости изображений для заданной конфигурации ПЭВМ. С целью максимального использования возможностей ПЭВМ базовые графические программы реализованы на языке ассемблера и взаимодействуют непосредственно с аппаратными звеньями, минуя программные системные средства. При таком подходе скорость программы изображения прямой линии, например, оказалась в 8-10 раз выше прототипа, базирующегося на штатных системных средствах. Полученные при работе с созданными программами количественные характеристики и субъективные оценки процесса взаимодействия со сложными изображениями позволяют, в частности, сделать вывод о возможности физического анализа на ПЭВМ типа IBM-PC/AT некоторых классов событий эксперимента

ДЕЛФИ на коллайдере ЦЕРН. В качестве основного средства физического анализа и реконструкции сложных событий в этом эксперименте предполагается использовать рабочую станцию μ VAX+MEGATEK.

Недостаток вычислительной мощности (малый объем основной памяти и невысокая скорость центрального процессора) при работе рассматриваемой ПЭВМ в статусе относительно автономной графической станции устраняется при использовании персонального компьютера в составе неоднородной вычислительной сети^{/10/}. В связи с этим ведутся работы по использованию ПЭВМ в режиме интерпретации графического метафайла, сгенерированного на центральных ЭВМ.



Пример изображения, созданного пакетом HPLOT (+GPLOT)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главная цель рассматриваемого подхода - обеспечение быстрого, качественного освоения разработчиками конкретных программ для экспериментов в области физики высоких энергий нового эффективного средства - ПЭВМ. Одним из основных результатов является базовая среда рабочей станции, включающая систему PATCHY, библиотеки стандартных подпрограмм KERNLIB, GENLIB, набор программ изображения графических примитивов GPLOT, пакеты программ HBOOK, HPLOT, FFREAD.

Важным побочным результатом такого подхода является портатбельность создаваемых программ на уровне исходных текстов. Этот результат имеет самостоятельное значение, так как рабочая станция является, как правило, кросс-средством, а объектными высокоскоростными вычислительными установками являются мощные ЭВМ различных типов. Методы и результаты решения рассматриваемой проблемы в значительной степени перекрываются с решением другой важной задачи - созданием рабочих станций для физического анализа и реконструкции сложных события (ФАРЕС). Эта задача приобретает особую актуальность в ОИЯИ в связи с проектируемыми экспериментами на новом поколении ускорителей - ЛЕР и УНК.

Дальнейшее увеличение роли ПЭВМ связано с увеличением скорости межмашинного обмена информацией и развитием возможностей центральных ЭВМ для сопровождения баз данных. Совершенствование ПЭВМ для интерактивного физического анализа требует внедрения быстрых высококачественных графических процессоров и увеличения вычислительной мощности персональных машин.

Авторы выражают благодарность Н.Н.Говоруну за поддержку этой работы, Г.В.Мицельмахеру, Р.Лейтнеру, А.Г.Ольшевскому, Б.А.Хоменко за помощь на всех этапах постановки и решения задачи, И.Н.Силину за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Говорун Н.Н. и др. Вопросы организации массовых процессов моделирования, сбора и обработки экспериментальных данных на ЭВМ. Программирование, 2, 1987, с.3.

2. Аниховский В.Е. и др. Автосопровождение массовой обработки экспериментальных данных на ЕС ЭВМ. ОИЯИ, P10-87-193, Дубна, 1987.

3. Евсиков И.И. и др. Математическое обеспечение неоднородной распределенной вычислительной системы для экспериментов в области физики высоких энергий. В кн.: IV Всесоюзный семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях. Изд. ИФВЭ, Протвино, 1986, с. 76.

4. Alekseev G.D. et al. High voltage tests and training of plastic streamer tubes for the DELPHI hadron calorimeter. JINR, E13-87-399, Dubna, 1987.

5. Quarrie D.R. Personal computers in high energy physics. Comput. Phys. Commun. 1987, v.45, p.175.

6. а) Program library, CERN, Geneva, 1975.

б) Галактионов В.В. и др. ОИЯИ, Б2-II-9877, Дубна, 1977.

7. а) Brun R., Ivanchenko I., Palazzi P. HBOOK - histogramming, fitting and data presentation package. JINR, D10, 11-11264, Dubna, 1978, p.79.

б) Brun R., Ivanchenko I., Palazzi P., Lienart D. HBOOK users guide. CERN, DD/EE/81-1, Geneva, 1984.

8. Bock R. et al. Towards a physics analysis workstation. CERN, DD/87/5, Geneva, 1987.

9. Miller R. Program library Long Write-up. J510, GD3. CERN, Geneva, 1976.

10. Говорун Н.Н. и др. О математическом обеспечении моноканальной локальной вычислительной сети ОИЯИ. ОИЯИ, P11-85-336, Дубна, 1985.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 декабря 1987 года.

Иванченко И.М., Седых Ю.В.

P10-87-898

Рабочая станция на базе ПЭВМ для разработки программного обеспечения экспериментов в области физики высоких энергий

Проанализированы методические принципы и результаты успешной попытки создания на базе персональной вычислительной машины типа IBM-PC/AT эффективных средств разработки программ для экспериментов в области физики высоких энергий. Полученные результаты позволяют гармонически сочетать лучшие стороны и позитивный материализованный опыт, накопленный на существующих коллективных системах разделения времени, с высоким качеством представления информации, надежностью и удобством применения персональных ЭВМ.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Ivanchenko I.M., Sedykh Yu.V.

P10-87-898

Computer Based Workstation for Development of Software for High Energy Physics Experiments

Methodical principles and results of a successful attempt to create on the base of IBM-PC/AT personal computer of effective means for development of programs for high energy physics experiments are analysed. The obtained results permit to combine the best properties and a positive materialized experience accumulated on the existing time sharing collective systems with a high quality of data representation, reliability and convenience of personal computer applications.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987