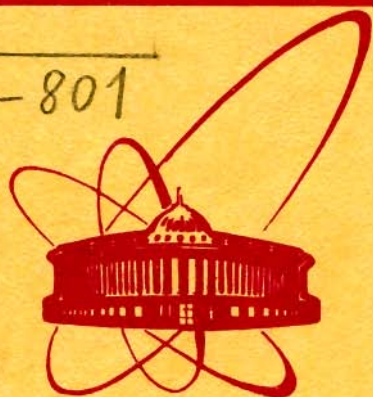


M-801



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

5614 / 2-79

4/1-80

P13 - 12703

Б.А.Морозов, П.В.Номоконов, В.А.Смирнов

ПРОГРАММЫ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО РАССЕЯНИЮ
НА МАЛЫЕ УГЛЫ

1979

P13 - 12703

Б.А.Морозов, П.В.Номоконов, В.А.Смирнов

ПРОГРАММЫ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО РАССЕЯНИЮ
НА МАЛЫЕ УГЛЫ

Направлено на I Европейский симпозиум по сбору
и обработке экспериментальных данных
и управлению процессами /Зап.Берлин, 1979/

Морозов Б.А., Номоконов П.В., Смирнов В.А. P13 - 12703

Программы приема и обработки данных в экспериментах по рассеянию на малые углы

В процессе приема данных в ЭВМ поступает информация об энергии ядер отдачи из восьми ΔE , E телескопов, построенных из кремниевых полупроводниковых детекторов. Управление работой программ приема осуществляется по командам оператора, по сигналам прерывания от часов реального времени и от электронной аппаратуры. Конечной целью обработки экспериментальных данных, проводимой на PDP-11/20, является получение таблиц дифференциальных сечений упругого рассеяния протонов на ядрах водорода, дейтерия и гелия.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Morozov B.A., Nomokonov P.V., Smirnov V.A. P13 - 12703
Data Acquisition and Processing Programs
in Small Angle Scattering Experiments

All information on the energy of recoil particles from eight ΔE - E stacks of the solid state silicon detectors is collected by a PDP-11/20 computer. The experimental data acquisition programs are controlled by operator commands and interrupts from a real-time clock and electronics. The goal of the off-line experimental data analysis on the PDP-11/20 computer is to get tables of the differential cross sections for pp , pd and pHe elastic scattering.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

1. ВВЕДЕНИЕ

В работе рассматриваются вопросы математического обеспечения сбора и обработки данных, полученных в серии экспериментов по изучению рассеяния протонов на легких ядрах в области малых переданных импульсов. Эти эксперименты были выполнены группой физиков ОИЯИ и США в отделении внутренних мишеней на ускорителе Лаборатории им. Ферми в течение 1976-77 годов^{/1/}.

В ходе проведения экспериментов в ЭВМ поступает информация об энергии ядер отдачи из восьми $\Delta E-E$ телескопов, построенных из кремниевых полупроводниковых детекторов /ППД/. Синхронизация процесса сбора данных с циклом ускорителя осуществляется по сигналам прерывания от часов реального времени и от электронной аппаратуры^{/2/}. Все программы созданы для ЭВМ PDP-11 с емкостью ОЗУ, равной 56 Кбайт.

Программы сбора данных обеспечивают выполнение следующих функций:

- проведение диалога оператор-ЭВМ;
- обработка сигналов прерывания, прием данных и запись их на магнитную ленту /МЛ/;
- контроль за ходом эксперимента;
- проведение калибровок спектрометрических трактов.

Программы обработки экспериментальных данных обеспечивают:

- работу со словарем переменных;
- накопление спектров данных при чтении их с МЛ;
- вычисление калибровочных констант спектрометрических трактов;
- проведение анализа спектров данных.

2. ПРОГРАММЫ СБОРА ДАННЫХ

Организация мультипрограммного режима работы программ сбора данных в реальном масштабе времени осуществляется супервизором BSXO^{/3/}, который вызывается в рамках ДОС^{/4/}.

BSXO обеспечивает распределение ресурсов ЭВМ для программ эксперимента. По сигналам прерывания BSXO вызывает готовые к исполнению программы в очередности, определенной их приоритетами.

Диалог оператора с ЭВМ происходит с помощью набора команд, которые вводятся с телетайпа, и набора сообщений оператору, которые содержатся в программах. Все команды оператора можно разделить на четыре функциональные группы:

- а/ команды ввода констант эксперимента;
- б/ команды управления движением МЛ;
- в/ команды организации сбора данных;
- г/ команды вызова программ анализа данных.

Вызов системы программ осуществляется по команде RUN E381. Первыми начинают работать программы подготовки к проведению очередного измерения. На этом этапе вводятся константы эксперимента как из файлов на диске, так и по командам оператора. Непосредственно прием данных начинается после появления команды оператора BR /"Начать измерение"/. На рис. 1 приведена блок-схема; которая иллюстрирует процесс сбора данных в реальном масштабе времени.

Команда BR разрешает анализ сигналов прерывания, появляющихся при начале цикла ускорения /"Прерывание А"/ и при возникновении запросов LAM в блоках КАМАК /"Прерывание ВД"/. По сигналу "Прерывание А" блоки КАМАК приводятся в исходное состояние командой КАМАК Z. В это же время разрешается анализ сигнала прерывания при начале инъекции газа струйной мишени в камеру ускорителя /"Прерывание В"/. Газовая струйная мишень работает в импульсном режиме. За цикл ускорителя формируется $2 \div 4$ импульса длительностью по 100 мс. Значение ячейки индикации номера инъекции газа (JET) устанавливается равным нулю. Приход сигнала "Прерывание В" вызывает увеличение на единицу значения в ячейке JET и устанавливает в нуль ячейку (GATE) индикации номера "Сигнала разрешения" на прием данных в пределах одного импульса инъекции газа. G_{MAX} - определяет количество "Сигналов разрешения", вырабатываемых в течение одного импульса инъекции газа. При появлении "Прерывания В" осуществляется также чтение слова данных из счетчика числа импульсов, приходящих по линии "В-таймер". Значение этого слова определяет импульс частиц пучка в единицах ГэВ/с. После этого часы реального времени /ЧРВ/ устанавливаются на задание интервала времени t_{ON} , который определяет длительность "Сигнала разрешения". Значение ячейки GATE увеличивается на единицу. Дальнейшая работа программ определяется появлением одного из сигналов: "Прерывание ВД" или "Прерывание ЧРВ". "Прерывание ВД" сигнализирует о за-

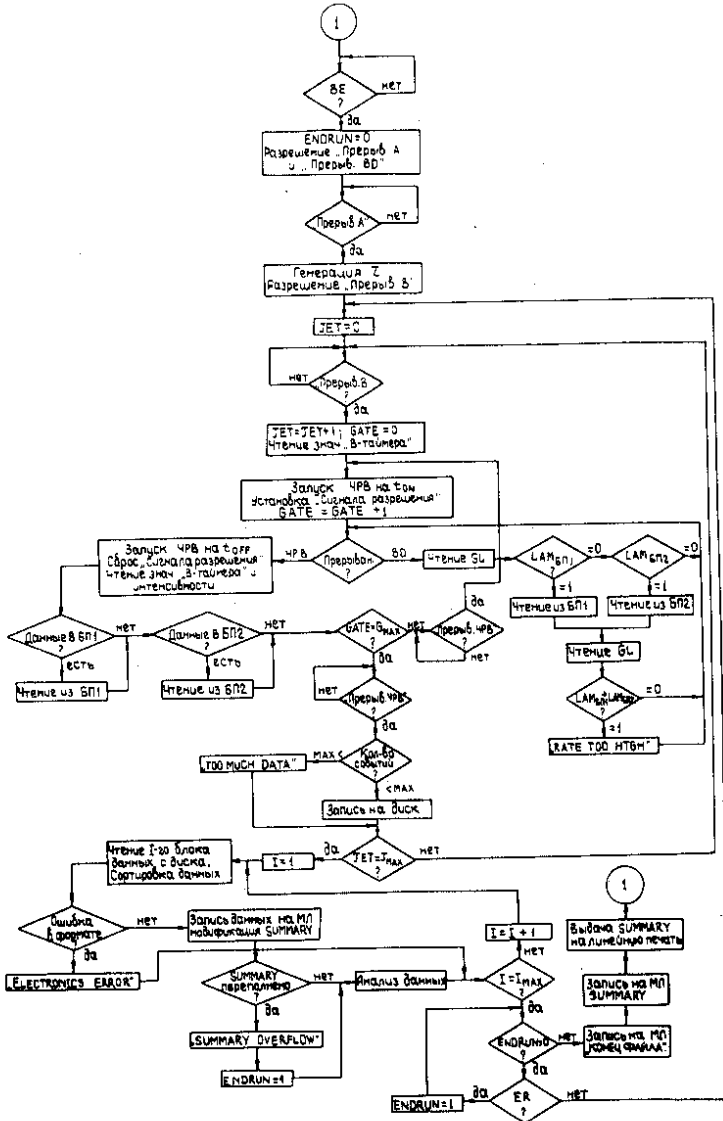


Рис. 1. Блок-схема процесса сбора данных.

полнении данными одного из двух блоков буферной памяти БП1 или БП2 ЭВМ анализирует, какой блок памяти заполнен, и читает информацию из этого блока. При частом появлении LAM из БП1 и БП2 оператору выдается сообщение "RATE TOO HIGH". С приходом сигнала "Прерывание ЧРВ" производится сброс "Сигнала разрешения", а ЧРВ запускаются на время t_{OFF} , которое определяет интервал времени между двумя последовательно идущими "Сигналами разрешения". Далее читаются данные из счетчика числа импульсов "В-таймера" и АЦП, измеряющего интенсивность пучка ускорителя. В это же время проводится анализ состояния БП1 и БП2. Если в блоках памяти есть данные, то они читаются в ОЗУ.

В случае последнего "Сигнала разрешения" текущего импульса инъекции газа данные из массива ОЗУ записываются на диск. Данные на диск не пишутся, если обнаружено переполнение массива ОЗУ. Оператору в этом случае выдается сообщение "TOO MUCH DATA". После завершения приема и последующей записи на диск данных, принятых во время последней инъекции газа, начинается их поблочное чтение с диска. Во время чтения с диска проводится проверка данных и при обнаружении ошибки выдается сообщение оператору "ELECTRONICS ERROR". Далее меняется формат данных с целью более компактной записи. При отсутствии ошибок блок данных записывается на МЛ. В то же время разрешается программный анализ этого блока данных. Всего в системе программ Е381 для контроля за ходом эксперимента используется девять программ анализа экспериментальных данных. Вызов всех программ анализа осуществляется по командам оператора и сопровождается заданием параметров их работы, число которых должно быть не больше десяти.

Завершение измерения данных производится как по команде оператора ER "Завершение измерения", так и при переполнении ячеек массива SUMMARY.

3. BUGOR - СИСТЕМА ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО УПРУГОМУ РАССЕЯНИЮ ПРОТОНОВ НА ЯДРАХ

Использование малой ЭВМ для обработки экспериментальных данных имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным методом пакетной обработки данных, применяемым на больших ЭВМ.

Использование малой ЭВМ PDP-11 для обработки данных наших экспериментов оказалось выгодным. Была разработана

диалоговая система программ BUGOR^{15/}. В процессе обработки проводится поиск и чтение данных с МЛ, определяются калибровочные константы спектрометрических трактов, набираются спектры частиц отдачи по всем телескопам ППД и осуществляется их последующий анализ. В системе BUGOR можно выделить четыре функционально самостоятельные группы программ:

- программы фазы подготовки системы к работе;
- программы анализа синтаксиса команд оператора;
- программные процессоры, выполняющие команды оператора;
- программы анализа экспериментальных данных.

Для организации взаимодействия между программами системы, а также между оператором и ЭВМ вводится набор переменных системы. Каждая переменная имеет свое имя. Имена переменных и имена гистограмм хранятся в словаре - выделенной области ОЗУ. Доступ к словарю имеют как оператор, так и программы. Вызов системы BUGOR осуществляется в ДЭС по команде RUN BUGOR .

На рис. 2 приведена блок-схема работы программы системы BUGOR . Сразу же после вызова системы начинается ее подготовка к работе с экспериментальными данными. В ходе подготовки из файлов, расположенных на диске, в систему вводятся необходимые константы, переменным системы присваиваются имена, запускаются для работы телетайп и магнитофон. При завершении процесса подготовки система анализирует буфер команд оператора. Если в буфере есть команда, то вызывается программа анализа ее синтаксиса. Каждой команде соответствует своя программа обслуживания - процессор.

После выполнения команд оператора система проверяет условие на чтение данных с МЛ. После чтения каждого блока данных с МЛ вызываются программы анализа, в процессе работы которых модифицируются значения переменных системы, добавляются новые значения в ячейки гистограмм и новые точки в двухмерный спектр на экране дисплея. Завершение процесса чтения данных с МЛ осуществляется как по команде оператора, так и при достижении конца массива данных на МЛ, соответствующих одному измерению.

Конечной целью проведения всего цикла обработки является получение таблиц дифференциальных сечений исследуемых процессов рассеяния. На рис. 3 приведен пример выдачи на линейную печать результатов работы программного процессора, анализирующего спектр частиц отдачи. По результатам обработки данных, набранных в одном из измерений, на линейную печать выводится таблица /см. рис. 4/, число строк в которой равно числу работающих в данном измерении телескопов ППД. В первой колонке этой таблицы приведены значения квадрата

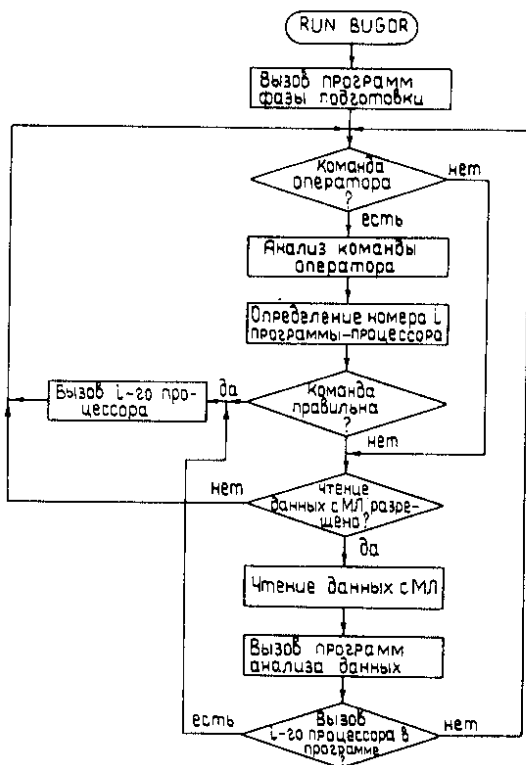


Рис. 2. Структурная схема системы программ BUGOR.

переданного импульса t в единицах $/\text{ГэВ}/\text{с}/^2$, во второй - значения дифференциальных сечений $\frac{d\sigma}{dt}$, в третьей - значения ошибок в определении $\frac{d\sigma}{dt}$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью рассмотренного в работе математического обеспечения ЭВМ PDP-11 была проведена серия экспериментов в Лаборатории им. Ферми /Батавия/ и осуществлена обработка экспериментального материала, в результате которой получены таблицы дифференциальных сечений процессов упругого $p\text{-}p$, $p\text{-}d$ и $p\text{-}n\text{e}$ -рассеяния на малые углы.

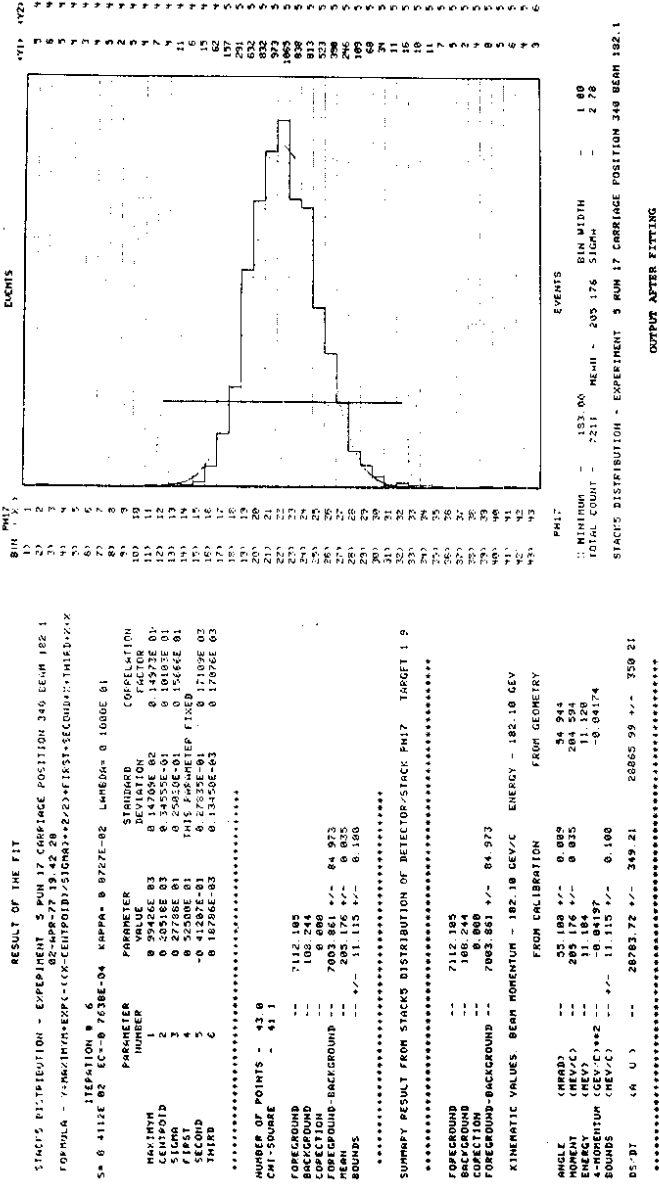


Рис. 3. Результаты работы программного процессора при анализе спектра ядер отдачи.

SUMMARY OF EXPERIMENT # 5 RUN # 17 CP=340

TARGET MASS 1.07651 GEV ELAB 182.10 GEV
 TOTAL XSECTION =73.7024 MB
 SLOPE =13.399 (GEV/C)**2
 RD =-0.0362
 MONITOR 7 = 37789.37
 MONITOR 8 = 0.00
 SUM OF MONITOR = 0.5577 +/- 0.0063
 SCALER FACTOR =0.0010

T	DS/DT	ERROR	CORRECTION	DS/DT TEOR	RATIO	DET	MODE
-0.02206	47.6073	1.0301	0.00	120.44	0.3953	1	STACK+CO
-0.02190	46.7782	1.0158	0.00	121.13	0.3862	5	STACK+CO
-0.02836	38.4145	0.6079	0.00	95.44	0.4025	10	BPROJ+CO
-0.03459	29.7698	0.5262	0.00	76.20	0.3907	13	STACK+CO
-0.04174	22.7226	0.3776	0.00	59.18	0.3840	17	STACK+CO

Рис. 4. Таблица дифференциальных сечений по результатам обработки в одном измерении.

В заключение авторы выражают благодарность коллегам по советско-американской коллаборации Э.Маламуду, Д.Гроссу, Э.Дженкинсу, Р.Ямада, М.Мияджима, А.А.Кузнецову, В.А.Никитину, Ю.К.Пилипенко, А.Сандачу и А.Буяку за полезные обсуждения, ценные рекомендации и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gross D. et al. Phys.Rev.Lett., 1978, 41, p.217.
2. Морозов Б.А., Номоконов П.В., Смирнов В.А. ОИЯИ, 13-11828, Дубна, 1978.
3. FNAL BSX0 User Manual, PN-4.1, 1975.
4. PDP-11 Software Handbook, Digital Equipment Corporation, 1975.
5. Taff L.M., Ritchie D.J. Fermilab On-Line Multi-Users Guide. Fermi National Accelerator Laboratory, USA, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
 30 июля 1979 года.