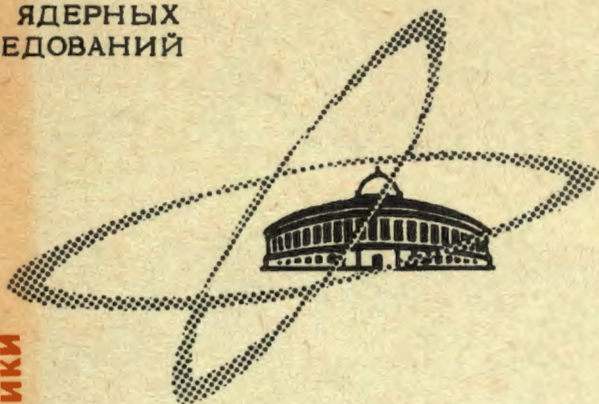


B-75L

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

11 - 3994

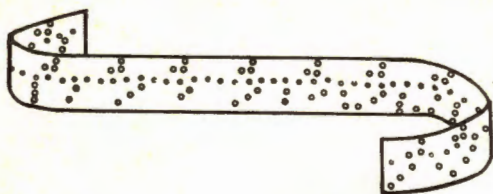


Н.Н.Воробьева, А.Л.Демичев, Л.С.Нефедьева,
Т.С.Рерих, В.М.Ягафарова

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА
В СИСТЕМЕ ПОФИ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

1968

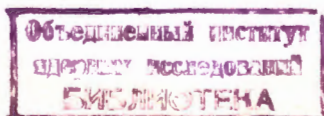


11 - 3994

Объединенный институт
ядерных исследований
ЛВТА

Н.Н.Воробьева, А.Л.Демичев, Л.С.Нефедьева,
Т.С.Рерих, В.М.Ягафарова

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА
В СИСТЕМЕ ПОФИ



7469/3 чр

Введение

При некоторых физических экспериментах накапливается большой числовой материал, подлежащий обработке. При этом он должен быть обработан наиболее эффективно в смысле затрат как машинного времени, так и времени и усилий экспериментатора. Оптимальный результат этого получается при использовании системы машин разных мощностей с удобным входным языком для пользующегося машиной.

Менее мощную машину (малую) удобно использовать для предварительной обработки как разгрузчик более мощной машины, которая должна вести сложную математическую обработку, требующую большого счета.

Малая машина должна нести функции приема данных, предварительной обработки и операций по вводу-выводу, т.е. с ее помощью пользующиеся машиной должны решать целый ряд вопросов:

- 1) контроль аппаратуры, участвующей в эксперименте;
- 2) проверка качества проведения эксперимента;
- 3) набор необходимой статистики событий;
- 4) проведение простейшей математической обработки полученных результатов в ходе эксперимента;
- 5) вывод принятых или обработанных данных на печать или осциллограф;
- 6) сортировка и отбор данных для дальнейшей обработки.

Более мощная машина должна производить сложную математическую обработку уже отсортированных данных. Ниже описывается комплекс средств на малой машине, позволяющий производить первичную обработку с подключением осциллографа. Этот комплекс обработки не

привязан к какому-то конкретному эксперименту. Он дает возможность решить целый ряд общих задач предварительной обработки ограниченными средствами малой машины.

Использование данного аппарата обработки не предполагает глубокого знания программирования. Но по желанию пользователя машиной он может быть расширен. В данном случае роль малой машины выполняет ЭВМ типа "Минск", роль более мощной - ЭВМ типа БЭСМ-4.

Авторы благодарят И.Томика и В.Р.Трубникова за полезные обсуждения в процессе выполнения работы.

Описание средств предварительной
обработки в системе ПОФИ

Массивы числовых данных, поступающие на ЭВМ, должны иметь характеристики, по которым распознаются эти массивы в обработке. Такими характеристиками являются так называемые условные числа (УЧ)

$$\text{УЧ} = \left\{ \begin{array}{l} \text{номер лаборатории,} \\ \text{"-"} \text{ физика,} \\ \text{"-"} \text{ измерения,} \\ \text{"-"} \text{ эксперимента,} \end{array} \right.$$

Массивы числовых данных (измерения) на ЭВМ "Минск" организуются в форматы и хранятся на магнитных лентах приема (МЛ-I) числовых данных из измерительных центров. Измерение в зависимости от длины может быть представлено одним или несколькими форматами (max - 99):

Формат всегда стандартной длины. Он содержит числовой массив и „шапку” информации для этого массива. Все форматы измерения подвергаются той обработке, что затребована для первого формата этого измерения. Каждое измерение может быть неоднократно подвергнуто различным видам обработки. Структура форматов при этом не меняется, поэтому и до и после обработки измерения пригодны для передачи в измерительный центр и на ЭВМ типа БЭСМ-4 для дальнейшей обработки.

Предварительная обработка проводится независимо от приема числового материала и осуществляется:

- а) большой организующей программой (БОП₃)
- б) набором стандартных программ (СП), который можно значительно расширить (СП работают в системе "интерпретатора"). Неся чисто организаторские и контролирующие функции, БОП₃ не вмешивается в работу вызванных СП, а "поставляет" рабочие форматы для СП и заботится о переброске обработанных измерений на МЛ или организует вывод их на печать.

Поскольку организующая программа не влияет на работу СП, то в качестве СП могут быть подключены как СП математической обработки, так и СП работы с осциллографом. Это позволяет просматривать измерения и производить обработку с помощью "светового карандаша".

Каждая СП оперирует или с одним форматом измерения, или с форматами двух измерений. Форматы при работе СП должны быть в оперативной памяти машины.

Можно было функции БОП₃ заложить во все СП обработки и СП обслуживания, но в целях их упрощения, экономии времени работы, времени написания, экономии рабочего поля и возможности легкого подключения СП, написанных в системе МИС, эти функции вынесены за пределы СП и сосредоточены в БОП₃. БОП₃ рассчитан на работу по вызову с пульта машины или с пульта измерительного центра. В последнем случае не предполагается присутствие экспериментатора на машине, и поэтому БОП₃ не допускает программных остановов машины.

При работе системы контролируются основные узлы системы и ЭВМ, а также правильность задаваемой информации. При недопустимых неполадках система выдает на цифровую печать характер сбоя и продолжает работу. Недопустимые неполадки вынуждают прекратить работу

системы. В ходе работы на печать выдаются признаки работы вызванных СП, метка - обработано ли измерение, а если нет, то по какой причине. Такие выдачи позволяют восстановить историю работы системы, проследить характер неполадок.

Для работы БОП₃ нужна исходная информация (номер СП обработки, перечень УЧ измерений и т.д.) (см. приложение). Исходная информация подается с:

- I) перфоленты
- или 2) пульта ЭВМ типа "Минск"
- или 3) пульта измерительного центра.

Характер ввода информации определяется положением ключа (см. приложение). Вид исходной информации приведен в приложении. Для работы СП обработки нужно указать только ее номер. Обращение к СП заложено в самой БОП₃.

Дополнительная информация, необходимая для обработки, располагается в ряде конкретных ячеек самой системы ПОФИ.

Имеется такой набор СП обработки:

- 1) правка на мертвое время анализатора,
- 2) сложение измерений,
- 3) вычитание измерений,
- 4) умножение измерения на *const*,
- 5) присуммирование *const* к измерению,
- 6) работа с осциллографом.

Причем через СП осциллографа можно вызывать любую из программ математической обработки. Более подробное описание СП обработки — в приложении.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ОСЦИЛЛОГРАФА СО "СВЕТОВЫМ КАРАНДАШОМ"
В СИСТЕМЕ ПОФИ**

Большой объем экспериментальной информации, получаемой с регистрирующих устройств, и их трудоемкая математическая обработка обусловили применение для этих целей ЭВМ и специальных устройств.

Визуальные индикаторы начинают играть все возрастающую роль в обеспечении взаимодействия человек-машина /2-7/. Наличие осциллографа со "световым карандашом" увеличило возможности системы ПОФИ. Его преимущество перед другими видами специальных устройств состоит в том, что он приемлем для человеческого глаза, который имеет высокую информационную скорость и в сочетании с мозговой деятельностью человека обладает высокой способностью опознавать события. Использование осциллографа со "световым карандашом" позволяет активно, в реальном масштабе времени, оперировать хранящейся в машине информацией и вмешиваться в процесс ее обработки. Это дает возможность визуального контроля, отбора и оценки результатов измерений, а также позволяет решать задачи, для реализации которых построение алгоритмов не всегда целесообразно, а иногда и невозможно. Осциллограф позволяет применять опыт и интуицию, накопленную экспериментатором.

Для увеличения производительности труда экспериментатора и эффективности проводимых измерений необходима гибкая связь

человека с ЭВМ. Такая связь оказалась возможной благодаря достигнутым успехам в создании осциллографа со "световым карандашом"/I/ и разработке некоторых вопросов программирования.

Работу экспериментатора в системе ПОФИ с использованием ЭВМ и осциллографа со "световым карандашом" обеспечивает два рода программ:

1. служебная программа
2. программы обработки

1. Служебная программа

Служебная программа предназначена для вывода информации на осциллограф, для связи экспериментатора с ЭВМ в реальном масштабе времени с помощью определенного микроязыка, для подготовки информации программам обработки. Служебная программа написана по общим правилам составления стандартных программ в системе ПОФИ. Это дает возможность использования осциллографа со "световым карандашом" на любом этапе работы системы ПОФИ. Например, осциллограф может быть подключен при приеме информации из автономного МОЗУ, при двусторонней связи перед записью принятой информации на магнитную ленту, при обработке информации, ранее записанной на магнитную ленту.

Служебная программа при работе экспериментатора с осциллографом всегда находится в МОЗУ, т.е. фиксируется на рабочем поле интерпретатора. Она использует рабочее поле системы ПОФИ. Исходными данными для служебной программы являются рабочий формат, находящийся в МОЗУ и следующая ин-

формация, находящаяся в стандартных ячейках системы: начало рабочего формата, длина рабочего формата, начало рабочего поля для преобразованного формата. При работе экспериментатора в системе ПОФИ эту информацию подготавливают обслуживающие программы системы.

Рабочим форматом является массив чисел в двоичной системе исчисления с плавающей запятой, находящийся в МОЗУ. Независимо от вида исходной информации, выводимая на осциллограф информация (преобразованный формат) должна быть расположена в машинном слове так, чтобы определенные ее части соответствовали координатам точки на экране /I/.

Для более гибкой работы экспериментатора с ЭВМ был разработан некоторый микроязык, позволяющий выполнять целый ряд определенных задач. Управление экспериментатором ходом выполнения служебной программы вычислительной машиной может осуществляться либо с помощью "светового карандаша", либо с помощью пульта ЭВМ. Обращение к ЭВМ через осциллограф возможно благодаря дискретности изображения выводимой на экране информации и наличию "светового карандаша", реагирующего на вспышку во время подсветки отдельной указанной им точки.

Для передачи своего указания машине физик должен либо нажать клавишу, либо указать "световым карандашом" какой-нибудь служебный символ на экране осциллографа, либо включить ключ или составить разумную комбинацию этих действий. Машина, согласно приказу, настраивается на определенный режим работы. Далее экспериментатор исследует сообщения

машины и выполняет другое действие. Процесс продолжается до тех пор, пока пользующийся машиной не будет удовлетворен, или машина будет неспособна отвечать ему в случае плохих условий.

В процессе составления микроязыка уделялось внимание простоте обращения экспериментатора к ЭВМ при выполнении требуемых задач и простоте ответов о результатах выполнения этих задач. В созданный микроязык был включен набор выражений, кодирующий наиболее употребительные операции.

Этот набор выражений состоит из:

1. Формирование преобразованного формата.
2. Выведение преобразованного формата на осциллограф.
3. Задание большей яркости изображения .
4. Выведение на экран осциллографа участка спектра, расположенного в указанных границах.
5. Задание меньшей яркости изображения.
6. Занесение в "банк" всех указанных "световым карандашом" точек, при одновременном увеличении их яркости. ("Банк"- место в памяти ЭВМ, где хранится информация о помеченных точках).
7. Затирание в "банке" указанных точек из ранее помеченных, если уменьшить их яркость.
8. Покадровый просмотр спектра. (Номер просматриваемого кадра высвечивается на экране осциллографа.)
9. Вычисление площадей участков спектра, указанных "световым карандашом".
10. Затирание в "банке" всех ранее помеченных точек спектра при уменьшении их яркости.
11. Обработка площадей указанных участков спектра.
12. Просмотр дополнительного кадра.

13. Исправление указанных "световым карандашом" точек по определенному правилу (см. описание программ обработки.)

14. Сдвиг кадра влево.

15. Конец выведения преобразованного формата на экран осциллографа (т.е. экспериментатору осциллограф больше не нужен).

16. Затирание в "банке" всех ранее помеченных точек на рассматриваемом кадре с сохранением помеченных точек на других кадрах.

17. Выведение на печать содержимого и энергии (вычисленной по определенному правилу) указанных точек спектра с нумерацией канала.

18. "Рисование" (занесение информации в МОЗУ, не содержавшего ранее этой информации.)

19. Возврат к рассмотрению исходного спектра.

20. Выведение на печать содержимого и энергии указанных участков спектра с нумерацией каналов.

21. Обработка по программам, составленным не по правилам написания СП в системе ПОФИ. (см. приложение)

22. Передача управления программе, согласно информации, набранной на клавишном наборе кода с пульта.

23. Просмотр спектра по кадрам заданной длины.

24. Стирание "нарисованных" точек (т.е. информации, занесенной в МОЗУ).

25. Вычисление площадей указанных участков спектра с учетом фона.

26. Ввод необходимой информации с перфоленты.

27. Обработка рабочего формата по программам, имеющимся в системе ПОФИ.

Каждое выражение из этого набора соответствует обращению

экспериментатора к ЭВМ. Как указывалось выше, обращение к ЭВМ возможно либо через осциллограф, либо через пульт машины, либо при составлении определенной последовательности выражений, но при строго определенном порядке ввода их в ЭВМ.

Обращение к ЭВМ через осциллограф позволяет избежать неправильных действий экспериментатора и обеспечивает быструю реакцию ЭВМ на вводимые обращения.

При работе экспериментатора с осциллографом в системе ПОФИ на экране осциллографа изображена экспериментальная и служебная информация (см. рис. I).

Служебная информация изображена на экране в виде символов. Каждому символу соответствует одно из перечисленных выше выражений. Экспериментальная информация представлена на экране в виде спектра. Экспериментатор указывает "световым карандашом" на какой-либо символ на экране и тем самым сообщает служебной программе "операцию", которую ей надо выполнить. С помощью специальных подпрограмм экспериментатор производит весьма разнообразные "операции" с экспериментальной информацией, находящейся в МОЗУ.

Рассмотрим пример одной возможности служебной программы при работе экспериментатора в системе ПОФИ с использованием осциллографа со "световым карандашом". Пусть в ходе работы пользующегося машиной возникает необходимость использования осциллографа. Для этого вызывается служебная программа и интересующая его информация представляется в виде спектра вместе со служебными символами. Допустим, экспериментатора интересует определенный участок спектра. Для этого он метит "световым карандашом" границы интересующего его участка и указывает на символ, соответствующий тому выражению из набора, которое изобразит на экране этот участок в увеличен-

ном масштабе. Пометив на этом участке спектра границы интересных его пиков, экспериментатор обрабатывает их по имеющимся программам обработки, указывая "световым карандашом" соответствующий символ на экране осциллографа. Служебная программа обеспечивает выполнение целого ряда других наиболее употребительных выражений (операций), допускает использование программ обработки, изложенных в первой части работы.

Служебная программа состоит из целого ряда блоков. Упрощенная блок-схема изображена на рис. 2. Основные блоки служебной программы следующие: блок преобразования рабочего формата, блок распознавания приказаний экспериментатора, блок метки, указанной "световым карандашом" информации, блок рисования, блок настройки на указанную обработку информации и ряд других блоков. Приведем краткую характеристику этих блоков.

Блок преобразования рабочего формата находит в формате ячейки с их максимальным и минимальным содержанием. Преобразует рабочий формат так, чтобы номер канала в преобразованном формате соответствовал координате X , а его содержимое — координате Y для каждой точки спектра, изображаемого на экране. Так как рабочий формат является последовательностью чисел, определяющих содержимое каждого канала, то номера каналов определяют текущее значение координаты X . Так как расположение информации в отведенной части машинного слова определяет масштаб изображения на экране осциллографа, то данный блок выбирает масштаб изображения по Y , равным не более трех четвертей от максимально представимого на экране Y .

Одна четверть изображения (нижняя часть) предназначена для служебных символов.

Масштаб изображения по Y есть функция от максимального и минимального значения информации в рабочем формате. Масштаб по X задается максимальным. Получаемое изображение точно отображает количественное содержание рабочего формата, который сохраняется в своей первоначальной форме независимо от изменений, происходящих с ним в ходе образования изображения.

Блок распознавания приказаний экспериментатора расшифровывает их в порядке поступления обращений физика к ЭВМ в рамках разработанного комплекса выражений. Согласно проведенной расшифровке, этот блок передает управление одному из блоков служебной программы.

Блок метки запоминает в "банке" указанную "световым карандашом" информацию, изменяет ее яркость, что позволяет наблюдать помеченную информацию на экране осциллографа.

Блок рисования в соответствующем масштабе запоминает в "банке" нарисованную "световым карандашом" информацию, ранее не содержащуюся в МОЗУ, и позволяет наблюдать внесенную информацию на экране осциллографа.

Блок настройки на указанную обработку выделяет из "банка" нужную информацию, подготавливает дополнительную информацию, требующуюся программам обработки, вызывает из библиотеки системы ПОФИ или вводит с перфоленты программы обработки и передает им управление с возвратом на себя.

Как указывалось выше, работу пользующегося машиной в системе ПОФИ с использованием осциллографа обеспечивают два рода программ: служебная программа и программы обработки.

2. Программы обработки

Программы обработки, так же как и служебная программа, написаны по правилам составления стандартных программ в системе ПОФИ. Исходными данными для них является информация, находящаяся в стандартных ячейках системы, которую подготавливают обслу-

живающие программы системы и описанная выше служебная программа.

В различных экспериментах при обработке физической информации часто требуется выполнять действия определенного характера, которые не зависят от специфики эксперимента (подсчет площадей указанных участков спектра, исправление выпавших точек спектра и т.д.). Эти программы обработки, как наиболее употребительные и были включены в библиотеку стандартных программ системы ПОФИ.

При их составлении уделялось большое внимание обеспечению понятной и быстрой ответной реакции ЭВМ на вводимые обращения. Заголовки перед выдаваемой числовой информацией позволяют легко в ней ориентироваться и подтверждают правильность действий экспериментатора, либо указывают на допущенную им ошибку.

Ниже приведен список программ обработки, включенных в библиотеку системы ПОФИ, вызываемых служебной программой (более подробное их описание см. в приложении)

1. Программа выдачи на печать в IO виде содержимого и энергии указанных точек спектра с нумерацией канала.

2. Исправление указанных каналов.

3. Вычисление площадей указанных участков спектра.

4. Поканальная выдача на печать в IO виде номера канала, его содержимого и энергии отмеченных участков спектра.

5. Программа вычисления площадей указанных участков спектра с учетом фона.

6. Программа обработки площадей указанных участков.

Все перечисленные выше программы обработки при работе пользующегося машиной в системе ПОФИ с использованием осциллографа вызываются служебной программой. Для этого ему достаточно

указать "световым карандашом" на соответствующий служебный

символ на экране осциллографа. Аналогичным образом служебная программа может вызывать программы обработки, описанные в первой части работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа комплекса предварительной обработки информации системы ПОФИ проверялась при обработке времяпролетных спектров, полученных при измерении захвата нейтронов изотопами селена, и при измерении их полных сечений.

Опытная эксплуатация показала, что использование осциллографа со "световым карандашом" позволяет существенно увеличить производительность труда экспериментатора. В ходе эксплуатации системы выяснилось, что связь человека и ЭВМ должна быть более простой и удобной. В связи с этим необходимо выработать гибкий язык на базе соответствующего математического обеспечения и необходимого технического оснащения.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 июля 1968 года.

Л И Т Е Р А Т У Р А :

1. З.В.Лысенко, Й.Томик, В.Р.Трубников. "Осциллограф со световым карандашом для машинной обработки спектрометрической информации". Препринт ОИЯИ, IO-333I, Дубна 1967 г.
2. R.M. Broun, M.A. Tisherkeller, A.E. Gromme.
"The SLAC High-Energy Spectrometer Data Acquisition and Analysis System"
Proceedings of IEEE vol 54, N12, 1966.
3. Г.И.Забиякин. "Многоканальные регистрирующие устройства и цифровые вычислительные машины в физике низких энергий". ПТЭ, №1, 1966 г.
4. M.D. Prince "Man-Computer Graphics for computer - Aided Design"
Proceedings of IEEE vol 54, N12, 1966.
5. L. C. Hobbs "Display applications and Technology"
Proceeding of IEEE vol 54, N12, 1966.
6. D. S. Gemmel "An on-line computer in use with low-energy nuclear physics experiments"
Nucl. Instr. and Methods vol. 46, N1, 1967.
7. H. S. Corbin, W. L. Frank "Display oriented computer usage system"
Proceeding of 21st National Conference 1967 z.



Рис. I.

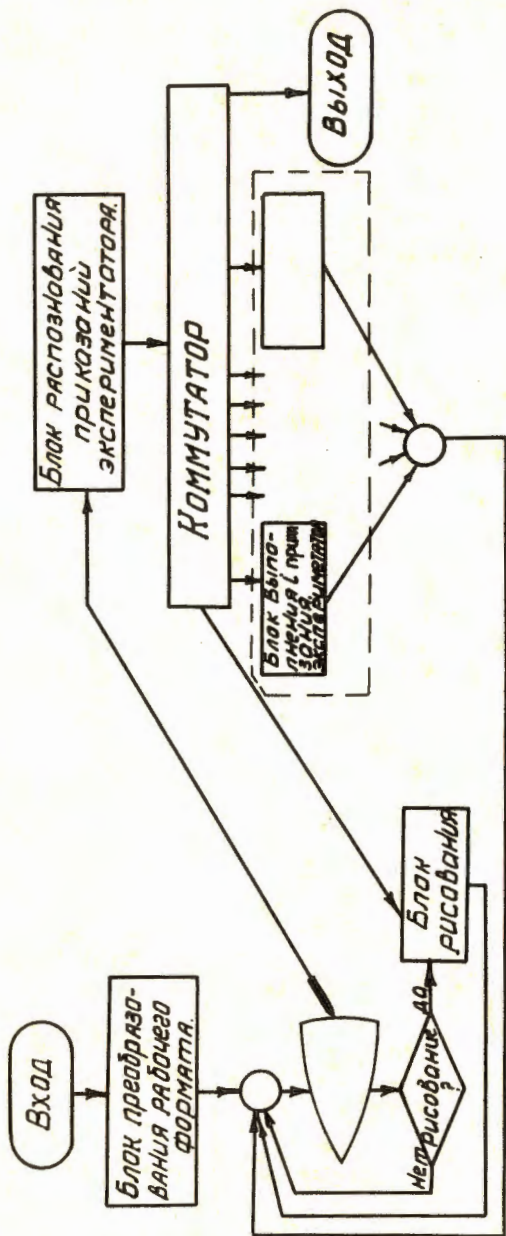


Рис. 2.