



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований

Дубна

СЗЧ. 1Т

0-756

23/10-79

P10 - 12135

Г.А.Ососков, В.А.Степаненко

1560/2-79

ПРОГРАММА БРАКОВКИ СОБЫТИЙ

МЕТОДОМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБМЕРОВ

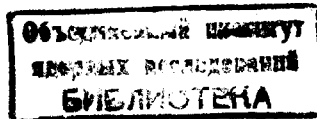
ТРЕКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПЛОСКОСТИ

1979

P10 - 12135

Г.А.Ососков, В.А.Степаненко

ПРОГРАММА БРАКОВКИ СОБЫТИЙ  
МЕТОДОМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБМЕРОВ  
ТРЕКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПЛОСКОСТИ



Ососков Г.А., Степаненко В.А.

P10 - 12135

Программа браковки событий методом контроля качества  
обмеров трековой информации в плоскости

Описана структура модульной программы системы Гидра, которая позволяет быстро и эффективно оценивать качество данных об элементах событий, измеренных на фотопленке, с точки зрения их дальнейшего использования на этапе геометрической реконструкции. Быстродействие алгоритма обусловлено применением метода выбора кандидатов в треке события в плоскости реперных крестов. Программа используется на ЭВМ CDC-6500 для отбора хороших событий после программы фильтрации данных с установки "Спиральный измеритель". Подбор констант, режим накопления результатов в виде гистограмм и выбор этапа обработки можно осуществлять в процессе генерации программы из специального текстового файла. Обсчет пятилучевого события требует 0,03-0,4 с. времени центрального процессора в зависимости от режима печати результатов и наличия ошибок в измерениях, метках и топологии.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Ososkov G.A., Stepanenko V.A.

P10 - 12135

Program of Event Rejection by the Method of Control  
for Quality of Track Data Measuring in the Plane

A structure of the module program of "Hydra" system is described. It allows one to estimate quickly and efficiently a quality of events measured on a film as to their further using to recognize tracks. A speed of algorithm is due to the application of method of pattern recognition on the fiducial plane. This program is used on CDC-6500 computer for selecting good events after the program of data filtering from the spiral reader digitizer. It is possible to choose constants, mode of result acquisition as histograms and a version of program from a special text file during the program generation. Processing of a 5-body event takes 0.03-0.4 s of central processor unit on the computer. This time depends on the print type and mistakes in data measurements, labels or topology.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В процессе обработки информации с трековых детекторов многие ошибки обусловлены сбоями в работе измерительных устройств, на которых измеряются элементы событий, зафиксированные на фотопленку. Это приводит к необходимости трудоемкого анализа причин браковки событий на этапе их геометрической реконструкции или кинематического анализа.

В работе описана структура и возможности модульной программы в системе Гидра<sup>1/</sup>, которая позволяет быстро и эффективно оценивать качество данных о событиях с точки зрения их дальнейшего использования на этапе геометрической реконструкции<sup>3,4/</sup>. Различные версии программы контроля можно генерировать на ЭВМ CDC-6500 с помощью системы GEN<sup>5-8/</sup>. При генерации программных модулей на алгоритмическом языке ФОРТРАН<sup>2/</sup> можно заказать: режим дублирования "хороших" событий (прошедших все проверки), режим накопления гистограмм для основных величин, характеризующих точность измерений, и переопределить целый ряд других параметров, включая константы.

Время генерации полной версии программы с последующей трансляцией ~ 50 с. времени центрального процессора ЭВМ CDC-6500. Обсчет 5-лучевого события занимает 0,03 - 0,4 с. в зависимости от режима печати результатов и наличия ошибок в измерениях.

Объем памяти ЭВМ, требуемый для работы программы, зависит от размеров динамической памяти, которая определяется на этапе генерации. Обычно достаточно 70К слов памяти ЭВМ CDC-6500.

Программа успешно используется для контроля и отбора "хороших" событий после фильтрации данных, получаемых с установки "Спиральный измеритель". Есть возможность генерировать аналогичные

программы контроля измерений и для случая применения измерительных устройств НРД, ПУОС.

### 1. Основные параметры программы

В процессе контроля каждое событие последовательно проверяется по следующим пунктам:

- 1) структура массива данных о событии,
- 2) метки реперных крестов,
- 3) точность измерения центров реперных меток,
- 4) усадка фотоплёнки,
- 5) метки вершин и треков,
- 6) отклонение проекций вершин и измерений соответствующей проекции трека от аппроксимирующей окружности,
- 7) параметры проекций пучкового трека,
- 8) топология вторичных треков события,
- 9) выбор мультиплетов из числа хороших проекций треков на разных снимках.

Общая схема обработки потока данных изображена на рис. 1.

После идентификации реперных крестов все измерения каждого снимка переводятся в плоскость реперов физической установки. Это позволяет стандартным образом учитывать оптические искажения при фотографировании<sup>4/</sup> и в дальнейшем оперировать не с отсчётами измерительного прибора, а сантиметрами конкретной плоскости физической установки.

На последних этапах работы программы используется метод выбора кандидатов в треки события из числа имеющихся проекций без пространственной реконструкции<sup>11/</sup> и критерии оценки качества измерений в первичной вершине<sup>12/</sup>.

Принятая в ОИЯИ система маркировки треков события<sup>13/</sup> используется для анализа меток вершин и треков события. Этим обусловлены 2 основных ограничения на структуру входных данных: из одной вершины должны выходить не более чем 15 вторичных треков; на проекции трека допускается не более 25 точек.

Программа позволяет обрабатывать события, измеренные на 2+4 стереопроекциях. Максимальное количество измерений для одного события зависит от его топологии и ограничено размерами динамической памяти программы (рис.4). Эти дополнительные ограничения относятся к режиму накопления гистограмм. При анализе качества обмера реперных крестов по гистограммам допускается до 20 реперов

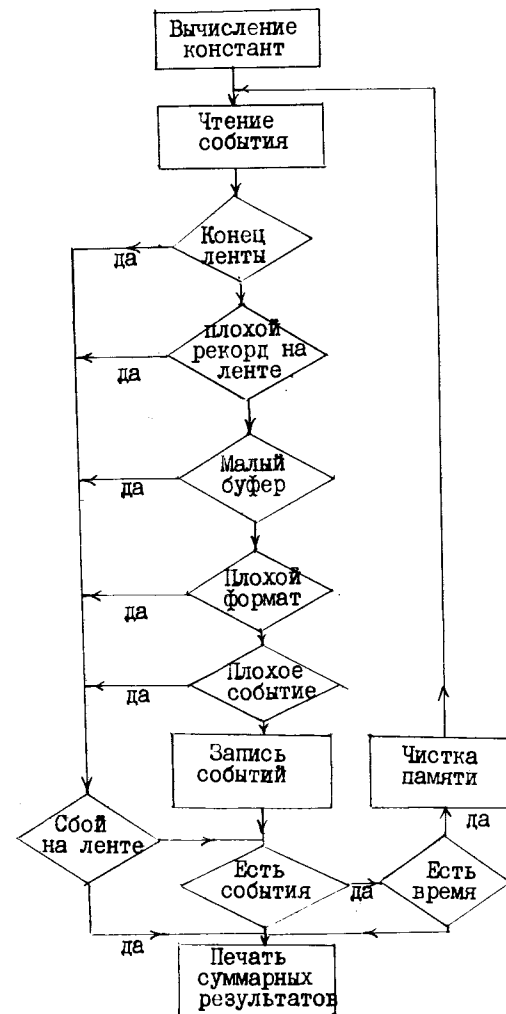


Рис.1. Схема обработки событий.

на одном снимке. Только в режиме накопления гистограмм могут возникнуть ограничения на максимально допустимое число обсчитываемых по программе контроля событий.

В самом общем случае можно получить гистограммы распределения следующих величин:

- 1) усадки фотоплёнок,
- 2) квадратов отклонения центров хороших реперов на каждом снимке,
- 3) квадратов отклонения центров для каждого хорошего репера,
- 4) квадратов отклонения центров хороших реперов,
- 5) квадратов отклонения центров любого репера,
- 6) кривизн проекций пучкового трека на каждом снимке,
- 7) длин проекций треков,
- 8) отклонений проекций вершин от аппроксимирующих окружностей для соответствующих проекций треков.

Максимальное количество гистограмм  $N$  зависит от числа реперов  $NF$  и числа снимков  $NV$  следующим образом:

$$N = NF + (3 + NF) * (1 + NV) \quad (I)$$

Режим печати результатов можно переопределять в процессе генерации программы контроля и браковки измерений фотопленочной информации. По умолчанию автоматически выбирается режим минимальной печати суммарных результатов.

В частности, каналы гистограмм с нулевыми значениями на концах интервала гистограммирования на печать не выводятся вообще.

Во многих случаях достаточно получить основные параметры гистограммы без печати картинки. При этом имеем:

BITS	- количество разрядов слова ЭВМ для одного канала;
BINS	- количество каналов гистограммы в одном слове ЭВМ;
CAP	- максимальное число, допустимое в канале гистограммы;
LOST	- счётчик потерянных отсчётов;
NX	- количество каналов гистограммы;
DELX	- шаг накопления гистограммы;
XLOW	- нижняя граница гистограммы;
XMEAN	- среднее значение гистограммируемой величины;

XRMS	- доверительный интервал;
CONTENT	- счётчик гистограммы;
U-FLOW	- количество отсчётов меньше нижней границы;
O-FLOW	- количество отсчётов больше верхней границы;
ENTRIES IN ALL	- общее количество отсчётов.

Данные о событиях читаются из файла с именем TARE9. Для обеспечения режима записи хороших событий на файл TARE10 в задаче системе генерации необходимо добавить 2 директивы:

\*WRITE=W256\*

\*P-PROGRAM MAINC(TARE9=750,TARE10=750,

INPUT,OUTPUT,TARE1=INPUT,TARE2=OUTPUT)\*

Пример составления колоды пользователя, описание и назначение переопределяемых констант программы контроля, параметры гистограмм и прочая справочная информация могут быть получены в процессе генерации стандартным образом <sup>7-8</sup> из файла генерации.

Следует особо отметить, что время счёта и количество обрабатываемых событий можно задавать на картах данных независимо от сгенерированной версии программы. Если этих блоков титульной информации нет, обрабатывается только первое событие, а общее время счёта ограничено пределом 99 с.

Для более эффективного использования ресурсов ЭВМ CDC-6500 рекомендуется предварительно переписывать события с лент на диски. Режим дозаписи хороших событий на файл TARE10 допускается только при работе с магнитной лентой.

Информация о хороших событиях копируется рекордами по 256 слов без изменений. Использован простой алгоритм анализа первого слова последнего рекорда, где хранится порядковый номер рекорда данного события.

Библиотека программы контроля формируется из подпрограмм системы Гидра и сгенерированных программных модулей на стадии загрузки в память ЭВМ (рис.2).

В процессе обработки события данные хранятся в виде структуры банков данных в динамической памяти программы.

Метки реперных крестов и вершин не изменяются в процессе контроля, а у треков метки частично обнуляются. Это делается для автоматического подключения блока выбора кандидатов в треки события из набора соответствующих пар проекций.

Метки треков сохраняются только для 2-точечных проекций и для случая, когда имеется трек, соединяющий 2 вершины. Такие пре-

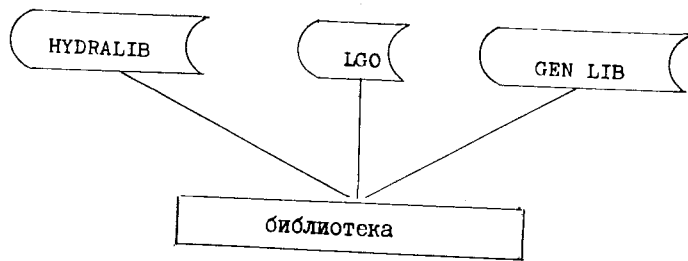


Рис.2. Принципиальная схема формирования библиотеки программы.

образования информации используются только внутри программы контроля, они носят временный характер.

Последовательно обрабатываются треки каждой вершины. Под мультиплетом (рис.3) подразумевается набор проекций треков на разных стереопроекциях. Для 2-точечных треков требуется только соответствие меток вершин.

Оценка качества измерений на проекциях остальных треков осуществляется аппроксимацией их окружностями [15]. Оцениваются при этом ошибки кривизны и угла наклона касательной вблизи вершины. Точки проекций трека могут быть отброшены, если они:

- 1) расположены близко к вершине ( $< 3\text{см}$ ),
- 2) проекция трека длинная ( $> 100\text{см}$ ),
- 3) проекция трека сильно искривлена ( $\epsilon > 0.15\text{рад.}$ ), (см. рис.4).

В случае, если все измерения расположены далеко ( $> 5\text{ см}$ ) от вершины, или выбраны только две точки, тогда в качестве дополнительного измерения берётся проекция вершины.

Лучший набор кандидатов в треки события выбирается из числа проекций, прошедших этот тест.

## 2. Структура данных

Данные в процессе обработки находятся в динамической памяти программы. На рис.5 стрелками указано изменение границ рабочего поля внутри этой области, которое осуществляется автоматически с помощью подпрограмм м и л пакетов системы Гидра. Быстрая очистка памяти после каждого события уничтожает банки данных и соответствующие им указатели.

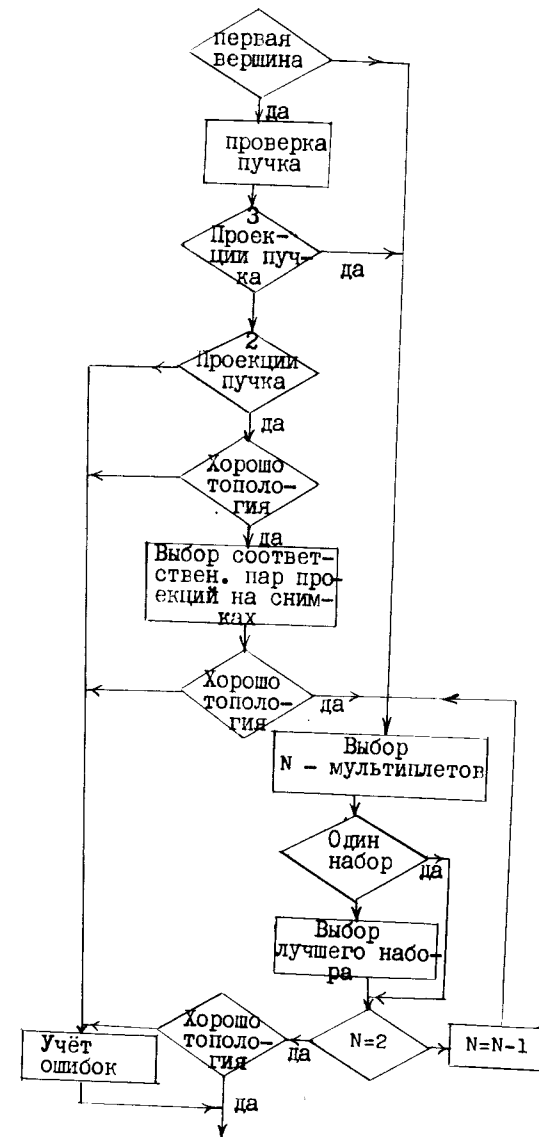


Рис.3. Схема обработки проекций, принадлежащих одной вершине.

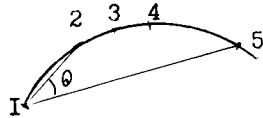


Рис.4. Схема оценки кривизны проекции по углу  $\theta$ .

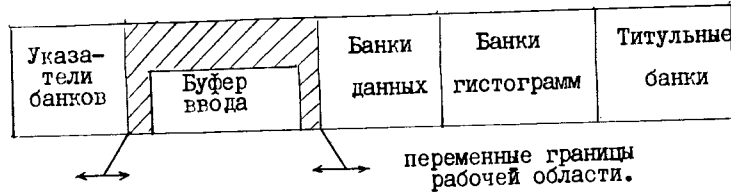


Рис.5. Схема распределения динамической памяти программы пользователя.

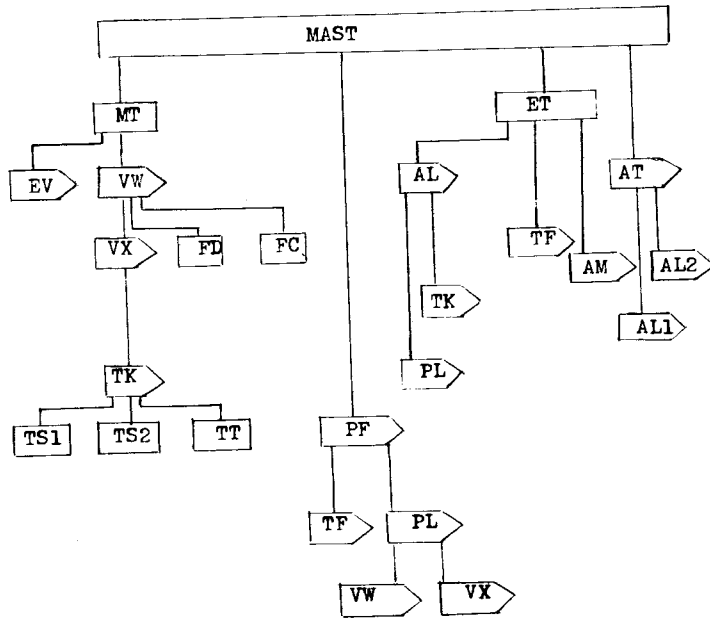


Рис.6. Структура банков данных события.

Банки гистограмм создаются только в режиме накопления результатов гистограммирования. Как и титульные банки данных, они сохраняются до конца счёта.

Структура связей банков данных одного события изображена на рис.6, где имеем:

- MAST - опорный банк данных,
- MT - банк входной структуры,
- EV - банк события,
- VW - банк снимка,
- VX - банк вершины,
- TK - банк трека,
- TS - банк измерений на проекции трека,
- FD - банк реперов,
- TT - банк параметров проекции трека,
- PF - банк данных вершины,
- PL - банк указателей для вершины,
- AL - банк проекций треков вершины снимка,
- AM - банк списка мультиплетов,
- AT - банк списка дублетов,
- TF - банк кандидатов в треки,
- ET - банк данных для выбора мультиплета,
- FC - банк коэффициентов преобразований.

Количество банков данных зависит от топологии обрабатываемого события и числа измерений на проекциях треков.

Перечень блоков титульной информации с указанием формата данных в них автоматически печатается в начале счёта. При обнаружении несоответствий форматов данных автоматически печатается диагностика. В таких случаях надо проверить карты данных и повторить счёт. Из этих блоков выбирается информация для формирования банков титульной информации.

Необходимо иметь блоки CAMERA, CORREC, REFER и стандартный для программы контрольный набор условий в пакете системы Гидра. Первые три блока должны соответствовать типу обрабатываемых событий и номеру эксперимента.

В программе задействованы три типа условий для пакета системы Гидра. Они находятся в блоках титульной информации: RQTR1, RQTR2, RQID вне зависимости от числа, типа обрабатываемых событий и версии сгенерированной программы. Для каждого случая бра-

ковки печатается номер условия из приведённого в конце листинга результатов перечня (см. приложение I).

Пример I (мало вторичных треков)

```
TM - - - TRACK MATCH AT POINT 17 ITRPOL = 3
      TRAP 1 ON RQ-CONDITION 652
EVENT 110 4024 1 0 TOPOLOGY 3 SERIAL 19
```

В данном случае для 19-го события, реальный номер которого IIO 4024I, имеется всего один вторичный трек. Это и послужило причиной браковки события, потому что задана топология 3, т.е. 2 вторичных трека.

Условие 652 входит в первый класс условий R пакета, который позволяет автоматически прекратить обработку текущего события и перейти к следующему.

Второй класс условий прекращает счёт ввиду ошибок на файлах TAPE9 или TAPE10.

Последняя группа условий R-пакета используется для подсчёта интересных ситуаций.

В блоках титульной информации можно дополнительно определять:

- а) время счёта в с. центрального процессора - TIME
- б) количество пропускаемых событий на файле TAPE9 - SKIP
- в) количество пропускаемых событий на файле TAPE10 - SKOP
- г) число обрабатываемых событий - COUNTER

Порядок следования блоков титульной информации не играет роли.

### 3. Некоторые выводы и рекомендации

Правильный подбор констант программы контроля на этапе её генерации позволяет довольно быстро и эффективно оценить качество измерений. Наличие режима записи хороших событий на отдельный файл позволяет непосредственно включить эту программу в общую схему обработки данных со спирального измерителя после программы ФИЛЬТР<sup>16/</sup>. С её помощью, благодаря хорошей диагностике, были выявлены некоторые ошибки в алгоритмах обработки данных.

Несколько слов о работе с библиотекой программы PATCHY<sup>14/</sup> при генерации программ необходимо сказать потому, что использова-

ние этой программы на этапе сборки более эффективно при обработке данных, представленных в специальном двоичном коде<sup>14/</sup>. Но система генерации<sup>17/</sup> ориентирована на совместное использование и более ранней версии этой программы-редактора, которая воспринимает только текстовую информацию. Учитывая это обстоятельство, кододу на ЭВМ CDC-6500 надо составлять следующим образом:

Пример 2.

```
.....
ATTACH,PATCHY4,....
LIBRARY,PATCHY4,....
COPY,HCDE,PAM.
BKSP,PAM.
YTOVIN,PAM1,PAM,R,,D.
YPATCHY,PAM,SCR,CRADLE,D.
FTN,I=SCR,L=0.
.....
```

Предполагается, что файлы PAM1 и CRADLE содержат сгенерированные тексты, а на файле HCDE в двоичном виде хранятся COMMON-блоки системы Гидра, необходимые для сборки программы пользователя. Параметр D целесообразно применять, если нет необходимости анализировать листинг процесса сборки. Это позволяет просто избежать лишней печати результатов и в случае обращения к программе YTOVIN, которая переводит сгенерированный текст в специальный двоичный формат.

В заключение авторы благодарят Э.Денеша и Б.Нергуя за консультации и помощь в процессе опытной эксплуатации программы. Авторы особо признательны проф. Н.Н.Говоруну за интерес к работе и ряд ценных замечаний.

### Приложение

#### Перечень условий R пакета в модульной программе браковки событий

Тип I	4	- малый буфер
	99	- переполнение динамической памяти
	300	- плохая топология входных данных
	320	- -- адрес больше числа измерений



- 350 - только одна стереопроекция с хорошими реперными крестами
- 40I - -- с проекциями треков
- 50I - мало проекций треков
- 502 - мало пар проекций треков
- 503 - мало кандидатов в треки
- 650 - мало хороших проекций пучка
- 65I - пучковый трек || стереобазе
- 652 - мало вторичных треков
- 653 - плохая топология вторичных треков

- Тип II
- I - конец входных данных
  - 2 - есть ошибки при чтении события

- Тип III
- 30I - перепутаны метки реперов
  - 302 - плохо измерены реперные кресты
  - 303 - большая усадка фотоплёнки
  - 304 - один реперный крест плохой
  - 3I0 - нет измерений для трека
  - 352 - плохая метка вершины
  - 403 - есть несколько списков мультиплетов
  - 4I2 - плохой угол меченого мультиплета
  - 4I3 - плохая кривизна --
  - 42I - плохой угол меченой пары проекций
  - 422 - плохая кривизна --
  - 600 - плохая кривизна пучкового трека
  - 60I - короткая проекция --
  - 602 - обратный знак кривизны --
  - 700 - количество хороших событий

#### Литература

1. HYDRA SYSTEM MANUAL, CERN, 1973.
2. FORTRAN EXTENDED VERSION 4. REFERENCE MANUAL - CONTRAL DATA CORPORATION, PUBL. No. 60305600, USA, 1974.
3. HYDRA APPLICATION LIBRARY, VOL. I-II, CERN, 1976.
4. Рабочее совещание по модульной системе программ обработки экспериментальных данных (Сб. докладов), ОИЯИ, ДЦО - 8425, Дубна, 1974.

5. Говорун Н.Н. и др. Вопросы генерации программ модульной структуры в системе Гидра. В кн: Программирование и математические методы решения физических задач, ОИЯИ, ДЦО, II-II264, стр. 180.
6. Степаненко В.А. Язык генерации программ модульной структуры, там же, стр. 414.
7. Степаненко В.А. ОИЯИ, часть I-II, P10-II742, P10-II743, Дубна, 1978.
8. Степаненко В.А. ОИЯИ, P10-II79I, Дубна, 1978.
9. Котов В.М. и др. ОИЯИ, IO-7939, Дубна, 1974.
10. Косарева З.М. и др. ОИЯИ, IO-5574, Дубна, 1973.
11. Степаненко В.А. Критерии процедуры TRACK-MATCH в плоскости для контроля качества обмеров событий с измерительных установок ОИЯИ. В кн: Программирование и математические методы решения физических задач, ОИЯИ, ДЦО, II-II264, стр. 423.
12. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, IO-9833, Дубна, 1976.
13. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, IO-6956, Дубна, 1973.
14. Klein H., Zoll J. PATCHY Reference Manual, CERN, 1977.
15. Howie J.M. Some tests for checking the smoothness of measurements of bubble chamber track images, CERN-DD/DP/66/7, GENEVA, 1966.
16. Косарева З.М. и др. Алгоритм фильтрации данных спирального сканирования  $\alpha$ +р взаимодействий. В кн: "II всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в ядерной физике", "Наука" Каз.ССР, Алма-Ата, 1978, стр.153

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 декабря 1978 года.