

сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

Ц8406

B-558

2/IV-79

P10 - 12094

1289/2-79

В.В.Вишняков, Н.Н.Говорун, А.Дирнер, В.Г.Иванов,
Т.А.Стриж

ПАКЕТ ПРОГРАММ

ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ОДИНОЧНЫХ ТРЕКОВ

И РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК

В МАГНИТНОМ ИСКРОВОМ СПЕКТРОМЕТРЕ МИС-5

1979

P10 - 12094

В.В.Вишняков, Н.Н.Говорун, А.Дирнер, В.Г.Иванов,
Т.А.Стриж

ПАКЕТ ПРОГРАММ

ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ОДИНОЧНЫХ ТРЕКОВ

И РЕПЕРНЫХ ТОЧЕК

В МАГНИТНОМ ИСКРОВОМ СПЕКТРОМЕТРЕ МИС-5

Вишняков В.В. и др.

P10 - 12094

Пакет программ для реконструкции одиночных треков и реперных точек в магнитном искровом спектрометре МИС-5

Для отработки методики реконструкции событий, регистрируемых пятиметровым магнитным искровым спектрометром ОИЯИ, и для подбора констант, используемых при геометрической реконструкции, создан пакет прикладных программ модульной системы "Гидра".

Программы пакета позволяют:

- вычислять пространственные координаты реперных точек и их ошибки;
- строить распределения пространственных координат реперных точек, распределения отклонений вычисленных значений координат от заданных;
- проводить геометрическую реконструкцию одиночных треков.

Программы собираются из стандартных геометрических модулей системы "Гидра". Все изменения, связанные со спецификой экспериментальной установки, оформлены в виде специального ПАМ-файла USMOGM1.

Пакет снабжен средствами для автоматизированной сборки различных вариантов программ. Разработан язык запросов, который позволяет собирать нужную версию программы. Программы пакета используются для оценки точностных характеристик МИС-5.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Vishnyakov V.V., et al.

P10 - 12094

A Program Complex for the Reconstruction of Single Tracks and Fiducials in the Magnetic Spectrometer MIS-5

To test the event reconstruction technique for the events registered with the five meter JINR magnetic spectrometer and to find constants that are used in the course of geometry reconstruction an applied program complex of the "HYDRA" module system is created. Program allows one: to compute fiducial space coordinates and their errors; to get distributions of fiducial space coordinates, distributions of deflections of computed values from the given ones, to carry out the geometry reconstruction of single tracks. Programs are assembled from standard geometry modules of the "HYDRA" system. All modifications due to the particular features of an experimental set up are organized as a special PAM-file USMOGM1. The program complex is supplied with the means of automatic assembling various program versions. The language of inquiries for the complex has been constructed. It allows one to choose needed version of the program. Programs are used for evaluation of accuracy characteristics of the MIS-5 magnetic spark spectrometer.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Для отработки методики реконструкции событий в пятиметровом магнитном искровом спектрометре МИС-5^{1/} и проверки разнообразных констант, используемых в ходе вычисления пространственных координат и импульсов^{2/}, был создан специальный пакет прикладных программ системы "Гидра"^{3/}.

Фотографирование треков в пятиметровом магнитном искровом спектрометре^{1/} производится десятью фотообъективами, образующими пять отдельных стереопар. Для "сшивания" сегментов треков, измеренных на различных стереоснимках, в фотографируемом объеме установки имеются специальные реперные точки. Изображения реперов и треков событий с помощью систем плоских зеркал проектируются на две фотопленки. Для восстановления пространственной картины событий, регистрируемых в этой установке, необходимо определить несколько десятков разнообразных констант (координаты съёмочных фотокамер, углы наклона зеркал, координаты реперных точек и т.п.), погрешности в значениях которых в значительной степени определяют ошибки вычисления пространственных координат и импульсов треков^{2/}.

Текст программ пакета хранится на дисках ЭВМ CDC-6500 в форме ПАМ-файлов^{4/}. Сборка рабочих программ пакета производится с помощью специального редактора^{5/}. Для удобства работы пользователей пакет снабжён средствами для автоматизированной сборки программ по заданию, составляемому на специализированном языке запросов^{6/}.

Исходными данными для расчёта по программам пакета являются результаты обмера стереоснимков с МИС-5 на сканирующем автомате типа НРД^{7/}, обработанные по системе программ ПРОМИС^{8/}.

§1. Методика проверки параметров оптической схемы МИС-5

Для перевода результатов обмера треков событий на различных стереоснимках в координатную систему установки и "сшивания" сегментов треков используются специальные реперные точки, расположенные в фотографируемом объёме. Схема расположения реперных точек в зазоре электромагнита показана на рис.1. В верхней плоскости снимаемого объёма имеется двенадцать реперов по четыре на каждую стереопару, в нижней – двенадцать, поскольку для каждой пары двух последовательных стереопар имеется по два общих репера.

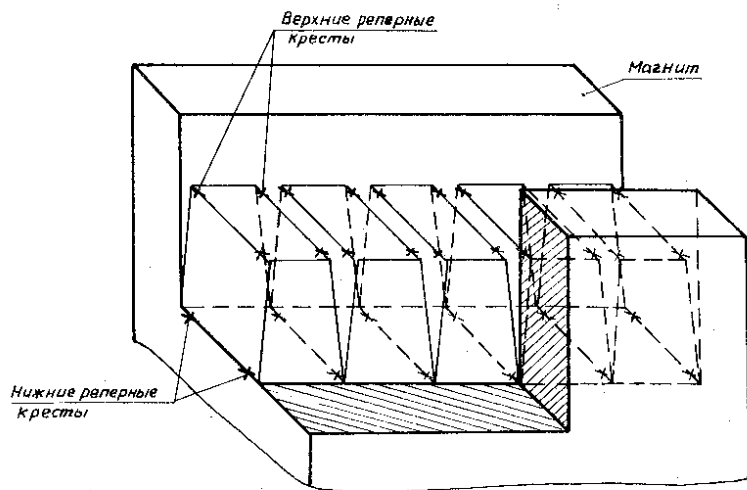


Рис.1

Таким образом, имеющаяся система реперных точек представляет следующие возможности для проверки параметров оптической схемы МИС-5:

1. Сравнение вычисленных значений пространственных координат реперных точек (или расстояний между ними) с соответствующими данными, полученными путём независимых измерений, позволит выявить систематические погрешности в процедуре реконструкции этих величин, если таковые имеются, и принять меры для их устранения.

2. Разности между соответствующими значениями пространственных координат одних и тех же реперных точек, вычисляемыми по результатам измерений на соседних стереоснимках, позволят установить погрешности в значениях этих величин и отсутствие или наличие систематических ошибок измерений координат фотокамер.

Для проверки всей методики реконструкции через установку пропускались одиночные частицы с известными импульсами. Сравнение результатов реконструкции одиночных треков с параметрами налетающих частиц, определёнными независимым способом, позволяет получать информацию о точностных характеристиках установки.

Таким образом, для проверки параметров оптической схемы установки и методики реконструкции координат искр в фотографируемом объёме был создан пакет программ МОГМИ, предназначенный для решения следующих задач:

- вычисления пространственных координат реперных точек и их ошибок, а также определения средних значений этих величин;
- построения распределений пространственных координат реперных точек или распределений разностей между заданными и вычисленными значениями этих координат;
- восстановления пространственной картины одиночных треков, нахождения их параметров и разброса измеренных точек относительно аппроксимирующей кривой.

Ниже описываются основные характеристики пакета МОГМИ.

§2. Общая организация программ пакета

Программы пакета МОГМИ собираются из геометрических модулей системы "Гидра"^{9/}, в которые внесены изменения, обусловленные спецификой экспериментальной установки, специального модуля FAT и других элементов системы^{3/}.

Изменения и дополнения к тексту геометрии системы оформлены в виде секций специального ПАМ-файла, называемого ПАМ-файлом пользователя. Для каждой программы пакета имеется специальная секция, с помощью которой её можно собрать из элементов основных и вспомогательного ПАМ-файлов.

На рис.2 приведены названия управляющих секций ПАМ-файла пользователя и основных модулей, из которых собираются программы пакета.

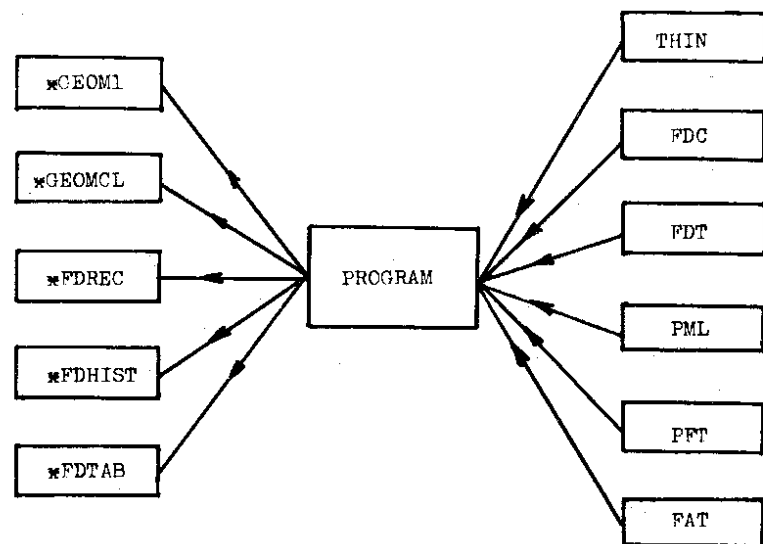


Рис.2

Рассмотрим назначение программ пакета, собираемых с помощью соответствующих управляющих секций.

- *GEOM1 - эта секция предназначена для сборки программы реконструкции одиночных трексов в предположении, что стёкла модулей, через которые производится съёмка, являются плоскопараллельными пластинами.
- *GEOMCL - с помощью этой секции также собирается программа реконструкции одиночных трексов, но с учётом клиновидности стёкол.
- *FDREC - предназначена для сборки программы, которая вычисляет пространственные координаты реперов по "методу соответствующих точек" и выдаёт на печать результаты счёта.
- *FDHIST - позволяет собирать версию программы, предназначенную не только для вычисления пространственных координат реперов, но и гистограммирования этих величин. С помощью этой программы можно находить средние значения координат реперных точек в объёме камеры и величину разброса отдельных измерений. Результаты счёта выдаются на печать в виде гистограмм, таблиц или рисунков, показывающих расположение реперных точек в плоскости XY фотографируемого объёма установки.
- *FDTAB - используется для сборки программы, предназначенной для оценки качества обмера и реконструкции реперных точек.

В программах пакета используются следующие модули геометрии системы "Гидра": FDC, FDT, PML, PFT, в которые были внесены необходимые изменения, а также написанные специально для пакета модули THIN и FAT. Рассмотрим их назначение.

- THIN - предназначен для ввода исходных данных. Поскольку результаты обмера стереоснимков с МИС-5 записываются на магнитные ленты в специальном формате, не совпадающем с формой записи результатов измерений с жидководородных пузырьковых камер, то этот модуль был полностью переписан.
- FDC - используется для вычисления коэффициентов преобразования из координатной системы измерительного прибора в координатную систему, заданную координатами реперных точек.

- FDT – предназначен для перевода измеренных значений координат из одной координатной системы в другую.
- PML – используется для вычисления значений пространственных координат искр или реперов в первом приближении.
- PFT – предназначен для окончательного определения пространственных координат реперов или искр по стандартной процедуре, используемой в геометрии системы "Гидра"/9/.
- FAT – используется для проведения через пространственные координаты искр окружности с помощью метода наименьших квадратов и вычисления параметров соответствующих треков и ошибок их определения в первой измеренной точке в предположении о постоянстве магнитного поля.

В таблице I приведены данные, характеризующие длину программ пакета, время трансляции, затраты времени на их автоматизированную сборку, и среднее время счёта одного события по программе.

Таблица

Программа	Кол-во п/к	Время трансляции	Время сборки YRATCHY	Время генерации YRATCHY+ YSEARCH	Счётное время на 1 событие
*GEOM1	2494	18,5 с	5,1 с	5,6 с	~ 1,2
*GEOMCL	2494	18,4 с	4,9 с	5,4 с	~ 1,1
*FDREC	2633	19,5 с	5,4 с	5,8 с	~ 1,2
*FDHIST	2604	19,1 с	5,4 с	5,9 с	~ 1,2
*FDTAB	2687	20,8 с	5,5 с	5,9 с	~ 1,1

§3. Основные этапы работы программ пакета

Работа программ пакета протекает в следующей последовательности (см. рис.3):

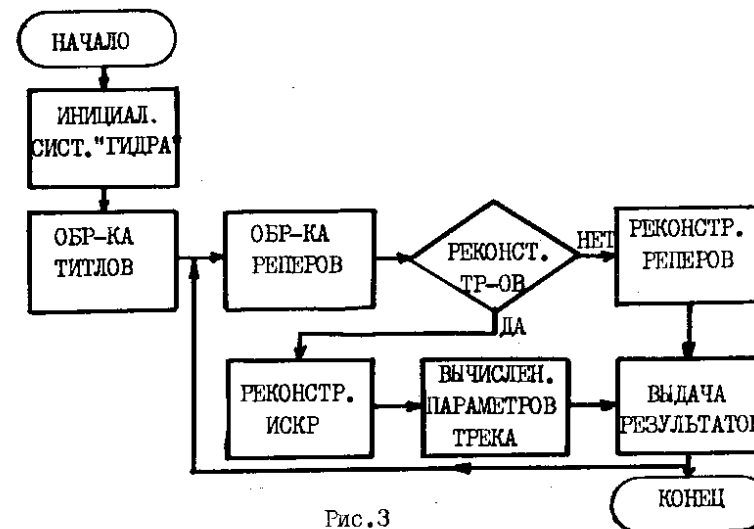


Рис.3

На начальной стадии (инициализация программы) создаётся общий блок динамически распределяемой памяти, иницируется работа служебных пакетов системы "Гидра". Затем вводятся и обрабатываются блоки информации (титлы), содержащие параметры оптической системы установки и другие данные, которые необходимы для работы программы. На этом же этапе производится установка магнитных лент с результатами счёта и исходными данными в нужные позиции, если это требуется.

После окончания подготовительных операций начинается последовательная обработка данных, событие за событием, в следующей последовательности:

Ввод результатов измерений и формирование из них входной структуры данных в динамически распределяемой памяти программы. Схема входной структуры для программ реконструкции одиночных треков показана на рис. 4.

Поскольку эти программы предназначены для реконструкции одиночных треков, то в каждой искровой камере должно быть измерено не более одной искры. В связи с этим каждое измерение считается вершиной (точкой), меткой которой является номер соответствующего модуля.

§4. Программы реконструкции одиночных треков

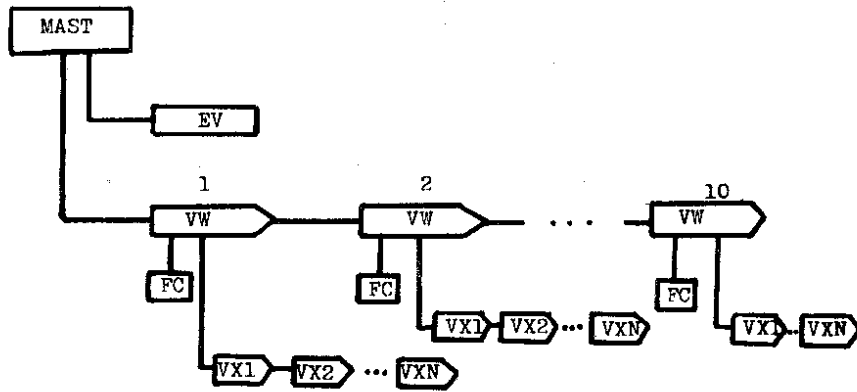


Рис.4

Обработка реперных точек заключается в нахождении реперных точек каждого снимка, вычислении соответствующих матриц преобразования и проверке качества их измерений. Реперная точка считается хорошо измеренной, если разности между заданными и измеренными значениями её координат не превышают заданного допуска. Снимок считается хорошо измеренным, если на нём имеется не менее четырёх хорошо измеренных реперов и, кроме того, усадка плёнки не превышает заданной величины. Снимки, не удовлетворяющие указанным критериям, из дальнейшего рассмотрения исключаются.

Затем производится пространственная реконструкция в зависимости от конкретной программы или реперных точек, или искр. Искры, для которых ошибки в значениях пространственных координат превышают заданную величину, из дальнейшего рассмотрения исключаются, а через оставшиеся методом наименьших квадратов проводится окружность, и вычисляются параметры соответствующих треков.

Результаты счёта накапливаются в соответствующих банках динамической памяти и могут быть выданы на печать или записаны на магнитную ленту.

Работа программ прекращается после обработки заданного числа событий либо при обнаружении на ленте исходных данных метки "конец файла".

Упрощённая блок-схема программ геометрической реконструкции приведена на рис.5.

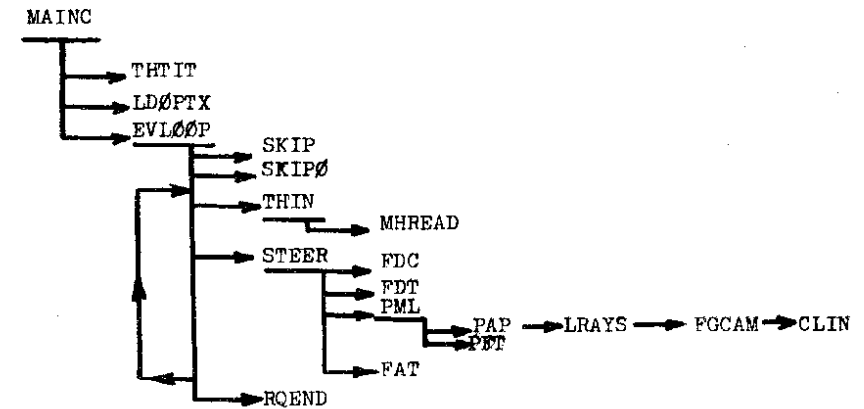


Рис.5

Исходными данными для программ реконструкции являются результаты сканирования стереоснимков с ММС-5 на НРД^{7/}, обработанные по системе программ ПРОМИС^{8/}. Эти данные записываются на 7-дорожечную ленту на ЭВМ CDC-1604A в форме целых чисел в следующем порядке:

- Заголовок массива.
- Служебная информация о событии.
- Адреса измерений реперных точек.
- Координаты реперных точек.
- Адреса измерений искр.
- y - координаты искр.
- x - координаты центров зазоров на фотоплёнке.

Каждый блок имеет метку (первое слово блока). Во втором слове каждого блока, за исключением первого, указывается его длина без учёта метки. Длина заголовка фиксирована (15 слов, включая слово с общей длиной массива).

Необходимая для реконструкции треков информация задаётся в следующих блоках информации:

REFER	- содержит метки и координаты реперов внешнего ориентирования в эталонной системе координат;
CORREC	- содержит наборы коэффициентов для учёта истории фотообъективов и искажений фотоплёнки;
MEDIA	- содержит характеристики 50 модулей спектрометра /расстояние верхнего стекла от рабочей плоскости - zсм, толщину стекла-Δ см и показатель преломления -n/;
CAMERA	- содержит параметры съёмочных фотообъективов;
CFDC	- блок констант для восстановления реперов;
CRFT	- блок констант для подгонки точек по методу наименьших квадратов;
CFAT	- блок констант для определения параметров трека;
PRNT	- блок управления режимом печати и записью результатов счёта на ленту;
TIME	- блок задания времени работы программы;
SKIP	- блок, задающий число событий, которое нужно пропустить на входной ленте;
SKIPØ	- блок, задающий число событий, которое нужно пропустить на выходной ленте;
COUNT	- блок, задающий число событий, которое нужно обчислить;
CLIN	- блок с данными, позволяющими учитывать клиновидность стёкол.

Организация программ позволяет получать следующие режимы печати результатов счёта, которые можно регулировать с помощью блока PRNT:

- режим короткой печати. Для каждого события на печать выдаются номер события, номер эксперимента, топология, порядковый номер события при обчёте и параметры трека. Эта печать присутствует всегда и не регулируется с помощью блока PRNT.

- режим "средней" печати. Дополнительно к приведенной выше информации на печать выдаётся диагностика об отброшенных реперах, о числе восстановленных реперов на снимке, коэффициент усадки для данного снимка ($stretch^2$), результаты реконструкции координат точек в пространстве.

- режим "полной" печати. При этом дополнительно к приведен-

ной выше информации печатаются вычисленные значения координат реперов в рабочей плоскости, коэффициенты перевода результатов измерения на снимке в рабочую плоскость и результаты реконструкции точек.

Результаты счёта в случае необходимости могут быть записаны на магнитную ленту в виде одного логического рекорда, в котором содержится та же информация, что и в "полной" печати.

После завершения работы программы на печать выдаются следующие данные: число записанных на ленту результатов событий, их номера, список номеров, обнаруженных в процессе работы программы дефектов.

В заключение укажем назначение подпрограмм, приведённых на рис.5.

MAINC	- подпрограмма инициирования служебных пакетов системы "Гидра" и организации счёта.
TNTIT	- подпрограмма ввода и обработки титлов (блоков информации).
LDØPTX	- подпрограмма вычисления параметров оптической схемы.
EVLØØP	- управляющая подпрограмма, организующая весь цикл обработки от ввода данных до печати и записи результатов.
SKIP и SKIPØ	- подпрограммы для пропуска заданного числа событий на входной ленте и ленте результатов.
MNREAD	- подпрограмма чтения ленты с данными.
STEER	- управляющая подпрограмма, организующая обработку события.
LRAYS, FGCAM и CLIN	- подпрограмма для вычисления параметров световых лучей.
RQEND	- служебная подпрограмма системы "Гидра", вызываемая в конце работы подпрограммы.

Назначение остальных подпрограмм (модулей) было объяснено ранее.

§5. Программы для анализа реперных точек

Методика вычисления пространственных координат реперных точек аналогична методике вычисления координат искр с той лишь

разницей, что толщина стеклянных пластин полагается равной нулю, так как реперы расположены между искровыми камерами.

Программы пакета позволяют строить распределения значений координат реперов или разностей между заданными и вычисляемыми значениями. Для этого к блокам информации, описанным в предыдущем параграфе, следует добавить два блока: блок инициализации гистограмм-HIST и блок с эталонными значениями пространственных координат реперных точек - FDRF. Если требуется получить распределение реперов в плоскости XY, то к блокам информации нужно добавить блок PLOT.

Регулирование режима печати гистограмм производится с помощью блока PRNT. Если 4-ое слово этого блока равно нулю, то на печать выдаются сами гистограммы, если оно равно единице, то только заголовки гистограмм.

Число гистограмм, которые можно получить в одном сеансе счёта, зависит от числа обрабатываемых событий и каналов гистограмм. Для обеспечения быстрого прохождения этих задач на ЭВМ CDC-6500, работающей в мультипрограммном режиме, целесообразно выдавать не более 30-40 гистограмм в одном сеансе. Пользователь имеет возможность задавать номера (метки) тех реперов, для которых ему нужно получить те или иные распределения или средние значения.

Накопление и печать гистограмм, а также получение распределений реперов в плоскостях фотографируемого объёма производится с помощью H- и P-пакетов системы "Гидра"^{3/}.

Для получения оперативной информации о качестве обмера реперов на различных снимках используются возможности R-пакета системы "Гидра". Подпрограммы этого пакета позволяют регистрировать и подсчитывать число появлений различных ситуаций, идентифицируемых в программе соответствующими условиями (номера). Например, число событий, для которых хорошо измерены все снимки, или число событий, для которых плохо измерен 2-ой снимок и т.д. По мере необходимости эта информация редактируется с помощью системных подпрограмм R-пакета, и на печать выдаётся содержимое счётчиков для каждого условия.

§6. Автоматизированная сборка программ пакета

Автоматизированная сборка программ пакета производится с помощью программ системы RATSNY-4^{5/}. При использовании програм-

мы-редактора этой системы (URATSNY) пользователю достаточно лишь указать название соответствующей управляющей секции. Так, например, при сборке программы реконструкции одиночных треков с учётом кривизны стёкол, директива программе URATSNY выглядит следующим образом:

```
+USE, P=*GEOMCL.
```

Для облегчения пользователем возможности сборки требующихся программ пакета без непосредственного обращения к программе URATSNY был разработан язык директив системе автоматизированной сборки программ в соответствии с методикой, изложенной в работе^{4/}.

Разработанный язык позволяет с помощью системы генераций получать около 27 вариантов программ пакета, отличающихся различными режимами печати и т.д. Кроме того, существует возможность изменения значений констант, используемых при счёте, непосредственно через запрос системе генерации. Ниже приведены директивы языка запросов для данного пакета программ.

```
SYSTEM CARD  
SINGLE TRACK GEOMETRY  
FOR WEDGELIKE GLASS  
FIDUCIALS RECONSTRUCTION  
FIDUCIALS HISTOGRAMS  
FIDUCIALS TABLES  
INPUT TAPE  
OUTPUT TAPE  
FOLLOWING OUTPUT  
HISTOGRAM HEADER LINE  
FULL HISTOGRAM  
MIDDLE PRINTOUT  
LONG PRINTOUT  
CHANGE CONSTANT  
DMSQ/500.  
REPSTR/O.  
DSTRMX/O.01  
MINFID/4  
AXINV/1.  
SQVXR/O.00007  
SQNSTD/100.  
DXYZMX/1.
```

```

NPRT/5
MKMEAS/50
CCONSTA1/0.1
CCONSTA2/100.
CCONSTA3/0.000001

```

Запрос на генерацию какой-либо версии программы составляется из приреждённых выше директив. Директива SYSTEM CARD является необходимой, т.к. обеспечивает генерацию всех директив системы RATCHU, регулирующих режимы работы последней. После этой директивы нужно указать требуемый вариант программы с помощью одной или нескольких директив языка запроса. Если необходимо задать режим печати прямо при создании программы, то после директивы FOLLOWING OUTPUT следует описать нужный режим печати. Полученная после этого версия программы будет иметь только выбранный режим печати, а не регулируемый с помощью блока информации PRNT (см. §4).

Если возникла необходимость в создании версии программы, содержащей определённые значения констант, которые не изменялись бы с помощью блоков информации CFAT, CFDC, CPFT (см. §4), то после директивы CHANGE CCONSTANT следует привести название изменяемой константы и её значение, указанное в языке запросов, а с 50 позиции на этой же карте пробить название этой константы и через разделитель (/) - её новое значение.

Ниже приведено несколько примеров заказов различных версий программ.

Пример 1

Заказ на генерацию геометрической программы, обрабатывающей одиночные треки со входной ленты.

```

+OPTION,C=50.
SYSTEM CARD
SINGLE TRACK GEOMETRY
INPUT TAPE

```

В этом случае в собранной программе режимы печати регулируются с помощью блока информации PRNT.

Пример 2

Заказ на генерацию программы, восстанавливающей реперные точки и строящей таблицы для них.

```

+OPTION,C=50.
SYSTEM CARD
FIDUCIALS RECONSTRUCTION
FIDUCIALS TABLES
INPUT TAPE

```

Пример 3

Заказ на генерацию геометрической программы, учитывающей клиновидность стёкол и имеющей режим средней печати.

```

+OPTION,C=50.
SYSTEM CARD
SINGLE TRACK GEOMETRY
FOR WEDGELIKE GLASS
INPUT TAPE
FOLLOWING OUTPUT
MIDDLE PRINTOUT

```

Пример 4

Заказ на генерацию программы, восстанавливающей реперные точки и строящей распределение их координат. Необходима распечатка только заголовка гистограмм и изменение значения константы DMAXSQ с 500 на 400.

```

+OPTION,C=50.
SYSTEM CARD
FIDUCIALS RECONSTRUCTION
FIDUCIALS HISTOGRAM
INPUT TAPE
FOLLOWING OUTPUT
HISTOGRAM HEADER LINE
CHANGE CCONSTANT
DMAXSQ/500.

```

50
----->
DMAXSQ/400.

Генерация нужного варианта программы осуществляется с помощью системы RATCHU-4 и специального файла-каталога. Роль языкового процессора выполняют программы YSEARCH и YRATCHU. Карта +OPTION,C=50. является необходимой в любом запросе и задаёт режим работы программы YSEARCH.

Колода пользователя для генерации программ составляется по следующему образцу:

JOB CARD
 ACCOUNT CARD
 REDUCE.
 ATTACH(ULIB,ULIB6,LD=LCTIVA,MR=1,PW=R)
 LIBRARY,ULIB.
 ATTACH(CATALOG,MISCATALOG,...)
 YSEARCH,CATALOG,CRADLE.
 ATTACH(USER,USMCOMPAM,...)
 ATTACH(CDE,HYDRACDE,...)
 ATTACH(SEM,SEMPAM,...)
 YRATCHY,,,CRADLE.

Карты ATTACH(ULIB,...) и LIBRARY,ULIB обеспечивают пользова-
 телю доступ к библиотеке программ системы RATCHY-4. Доступ к фай-
 лу-каталогу обеспечивает карта ATTACH(CATALOG,...). Далее с по-
 мощью программы YSEARCH по запросу пользователя, составленному
 из директив языка запросов, составляется входной файл CRADLE для
 программы YRATCHY. Последняя выбирает из ПAM-файлов USER,CDE и
 SEM нужный вариант программы на файле ASM, который передается
 на трансляцию и счет.

Заключение

Для проверки параметров оптической схемы пятиметрового маг-
 нитного искрового спектрометра и отработки методики реконструк-
 ции событий на ЭВМ CDC-6500 был создан специальный пакет приклад-
 ных программ системы "Гидра".

Программы пакета используются для оценки точностных характе-
 ристик установки, и с их помощью уже получен ряд результатов. /Ю. Д./

Литература

1. Анджаяк Р. и др. ОИЯИ, I3-3588, Дубна, 1967.
2. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, IO-7193, Дубна, 1973.
3. Ввск R.K., Zoll J. ОИЯИ, ДIO, II-8450, Дубна, 1974.

4. Дорж Л. и др. ОИЯИ, IO-6882, Дубна, 1973.
5. Klein H. and Zoll J. CERN, RATCHY REFERENCE MANUAL,
GENEVA, 1977.
6. Бадалини С.Г. и др. ОИЯИ, PIO-II9II, Дубна, 1978.
7. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, IO-4513, Дубна, 1969.
8. Бадалини С.Г. и др. ОИЯИ, IO-IO338, Дубна, 1976.
9. HYDRA APPLICATION LIBRARY, CERN, GENEVA, 1974.
- IO. Вишняков В.В. и др. ОИЯИ, PI-II32I, Дубна, 1978.
- II. Вишняков В.В. и др. ОИЯИ, PI-II538, Дубна, 1978г.

Рукопись поступила в издательский отдел
 15 декабря 1978 года