

933 / 2-79

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗ44.1Г
Б-15

19/III-79

P10 - 12096

С.Г.Бадалян, Н.Н.Говорун, В.Г.Иванов, Т.А.Стриж

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБМЕРА КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ

1978

P10 - 12096

С.Г.Бадалян, Н.Н.Говорун, В.Г.Иванов, Т.А.Стриж

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБМЕРА КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ

Бадалян С.Г. и др.

P10 - 12096

Пакет программ для проверки результатов обмера камерных фотографий

Для анализа причин, из-за которых программы геометрической реконструкции событий отвергают результаты обмера стереоснимков с жидкоподородных пузырьковых камер ОИЯИ, производимого на полуавтоматах, НРД и спиральном измерителе, создан специальный пакет программ.

Данная работа посвящена описанию методики проверки результатов обмера камерных фотографий, назначения и характеристик программ пакета, техники их генерации в пакетном режиме работы и результатов испытаний на реальных событиях. Предлагаемая методика позволяет получать данные, характеризующие точности обмера элементов события и оценку числа хорошо измеренных событий, что является одной из наиболее важных характеристик измерительных систем, без полной пространственной реконструкции событий. Применение программ пакета для анализа причин отбраковки измеренных данных позволяет значительно сократить затраты труда на поиск причин отказа, а наличие информационно-справочного обеспечения пакета и системы для генерации программ пакета обеспечивает возможность проведения такого анализа широкому кругу пользователей, включая физиков и инженеров.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.
Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Badalyan S.G. et al.

P10 - 12096

Program Package for Checking the Measurement Results of Chamber Photographs

To provide an analysis of reasons due to which the geometry reconstruction programs reject the stereoviews measurements, received from JINR heavy liquid bubble chambers and measured by means of semi-automatic devices, НРД, or spiral reader, a special program package is created.

This paper gives descriptions of the method for checking the results of chamber photographs measurements, purposes and characteristics of package programs, technique of their generation in batch job mode and tests results on real events. The method suggested allows to obtain precision characteristics for event elements measurement and good measured events number estimation without their full geometry reconstruction. The last is one of the most important characteristics of film-measuring devices. The use of the package programs for the analysis of event rejection reasons significantly reduced work expenses for the revealing of those reasons. The informative-reference and generation systems of package allowed the different users, including physicists and engineers, to make such analysis for many private purposes.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

При восстановлении пространственной картины событий, снимки которых обмеряются на полуавтоматических и автоматических измерительных устройствах, теряется от 5 до 40% всех обмеренных событий /1-5/. Эти потери в основном обусловлены ошибками в исходных данных, которые возникают из-за сбоев в работе просмотрных и измерительных устройств, ошибок операторов, несовершенства программ калибровки и фильтрации результатов сканирования, плохого качества магнитных лент.

Для анализа причин, из-за которых программы геометрической реконструкции событий отвергают результаты измерений, в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований был создан специальный пакет программ, предназначенных для решения следующих задач:

- проверки исходных данных для реконструкции пространственной картины событий,
- определения точностей измерения реперных точек, вершин и треков событий на соответствующих стереоснимках,
- оценки числа хорошо измеренных событий по результатам идентификации изображений треков,
- распечатки промежуточных результатов счета,
- получения рисунков проекций события на стереоснимках по результатам их оцифровки.

Исходными данными для анализа по программам проверки являются результаты обмера стереоснимков с трековых камер ОИЯИ на сканирующем автомате типа НРД /6/, спиральном измерителе /7/ и системе полуавтоматов /8/.

Программы проверки результатов обмера камерных фотографий написаны в соответствии с требованиями системы "Гидра" и собираются из следующих ее элементов: /10/

- подпрограмм служебных пакетов системы (версия 3.22),
- подпрограмм общего назначения (версия 2.13),
- ПАМ-файлов геометрии системы /11/ GENUTY, GBASIC и GMATCH (версия 1.00 от июня 1975г.) /12/.

Все изменения к подпрограммам геометрии системы "Гидра" /12/, новые подпрограммы и модули объединены в специальный ПАМ-файл, оформленный в форме ПАМ-файла пользователя.

Сборка различных версий программ проверки из указанных выше элементов системы "Гидра" производится с помощью программы URATCHU /13/.

Программы пакета могут быть использованы для анализа данных как в пакетном, так и в интерактивном режимах.

Пользователи, которые не знакомы с программированием и не имеют опыта работы с прикладными программами системы "Гидра", при работе в пакетном режиме могут генерировать требующиеся им программы на специализированном языке директив.

При работе в интерактивном режиме сборка нужного варианта программы, задание констант и файлов с данными, организация процесса счета и т.п. производится в процессе диалога пользователя и ЭВМ.

Информация о текущем состоянии программ пакета, необходимая для работы с ними, хранится на дисках ЭВМ CDC-6500 в форме перманентного файла и доступна любому пользователю.

Данная работа посвящена описанию методики проверки результатов обмера камерных фотографий, назначения и характеристик программ пакета, техники их генерации в пакетном режиме работы и результатов испытаний на реальных измерениях.

§ I. Организация обработки фильмовой информации в ОИЯИ

Предварительный просмотр стереоснимков с различных трековых камер ОИЯИ производится на специальных просмотрных или просмотрно-измерительных столах. Для съятия "масок" событий, обмеряемых на НРД, имеется специальная система просмотрно-измерительных столов, работающих на линии с ЭВМ ТРА-1001 /14/.

Снимки с однометровой водородной камеры (ВПК-100) /15/ обмеряются на 3-х измерительных системах (НРД, СИ, полуавтоматы), а с камеры "Людмила" - на НРД и полуавтоматах. Схема организации обмера снимков с жидководородных камер ОИЯИ показана на рис.1.

Предварительная обработка и фильтрация результатов сканирования стереоснимков на НРД производится на ЭВМ CDC-1604а, которая также управляет работой этого автомата.

Управляющей ЭВМ спирального измерителя является "Электроника-100". Фильтрация результатов сканирования и калибровка производятся на ЭВМ БЭСМ-6 и CDC-6500 по программам "Калибр" и "Фильтр" /17/.

Полуавтоматические измерительные устройства работают на линии с ЭВМ БЭСМ-4. Результаты измерений на полуавтоматах маркируются буквенно-цифровыми метками с помощью специальной программы /18/, т.к. процедура измерений не предусматривает маркировки данных требуемыми метками.

Обмен данными между различными ЭВМ центрального вычислительного комплекса ОИЯИ (БЭСМ-4, CDC-1604а, БЭСМ-6 и CDC-6500) производится с помощью магнитных лент. Для этого к ЭВМ БЭСМ-4 и БЭСМ-6 подключены магнитофоны CDC-608, являющиеся стандартными магнитофонами для ЭВМ фирмы CDC.

Обсчет результатов обмера камерных фотографий с жидководородных камер ОИЯИ производится в основном на ЭВМ БЭСМ-6 и CDC-6500 по специальным цепочкам программ /19,20/.

Исходные данные для анализа по этим цепочкам программ записываются на магнитные ленты в виде PRGEOM массивов /21/, информация в которых располагается в следующей последовательности:

- длина массива,
- название массива,
- банк события,
- банки реперных точек,
- банки вершин (точек),
- банки треков,
- банк координатных пар (измерений).

Банк события состоит из 16 слов, в которых задается основная служебная информация о событии: номер эксперимента, номер события, шифр оператора, номер измерительного устройства, номера измерительных снимков, число обмеренных элементов каждого типа (реперов, вершин, треков), число координатных пар.

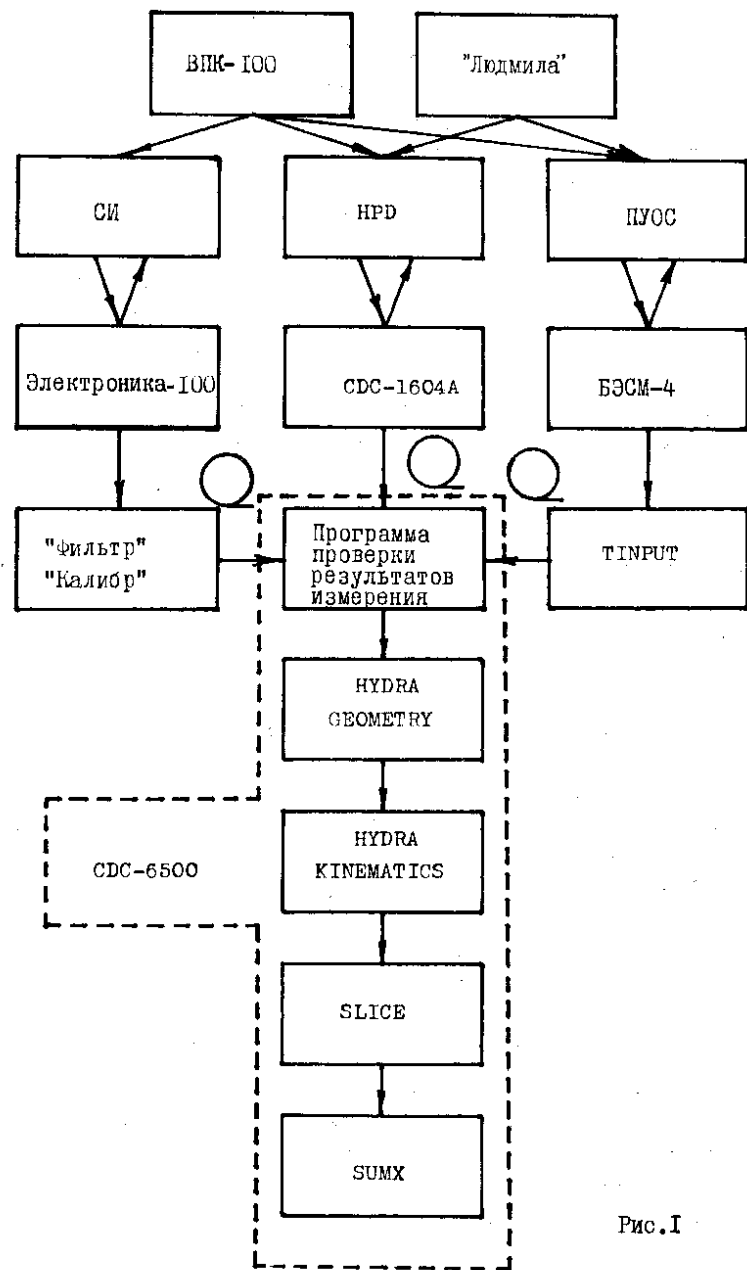


Рис. I

Банки реперов и точек состоят из шести слов, в которых задаются их метки (первое слово) и адреса измерений (координатных пар) на стереоснимках (3-6 слов). Если элемент события не измерен на каком-либо снимке, то адрес соответствующего измерения равен нулю.

Банки треков состоят из десяти слов, в которых указываются их метки (первые два слова), а затем число измеренных точек и адреса первых измеренных на проекциях точек в банке координатных пар на первом, втором, третьем и четвертом снимках (3-10 слов). Если проекция трека на данном снимке не измерена, то число измерений и адрес первого измерения должны равняться нулю.

Вершины и треки событий маркируются буквенно-цифровыми метками, по которым программы обработки фильмовой информации определяют характер взаимодействий и типы отдельных треков. Первые символы меток трека совпадают с метками вершин, из которых они начинаются. Треки, соединяющие две вершины, метятся двумя буквами, которые являются метками соответствующих вершин.

Для того, чтобы пространственная картина события была восстановлена полностью, результаты обмера его стереоснимков должны удовлетворять следующим условиям:

1. Число измеренных снимков события - 2 или 3.
2. На каждом стереоснимке измерено не менее 4-х реперных точек. Реперная точка считается измеренной, если разности между заданными и измеренными значениями ее координат не превышают заданных допусков. Стереоснимки, на которых измерено менее четырех реперных точек, считаются не измеренными и, как правило, программами реконструкции не рассматриваются.
3. Каждая вершина события измерена не менее чем на двух снимках.
4. Изображения треков события измерены на трех или в крайнем случае двух стереоснимках. Это требование обусловлено тем обстоятельством, что для надежной идентификации проекций треков события программным путем их необходимо измерять на трех стереоснимках.
5. Координаты изображений вершин и треков события измерены с точностью, позволяющей вычислять их пространственные координаты и параметры (импульсы и углы) в пределах заданных погрешностей.
6. Результаты обмера стереоснимков события не противоречат его топологии.

7. Число кандидатов в треки равно числу треков события или больше его.

Такова в общих чертах процедура обработки filmовой информации в ОИИИ, форма задания исходных данных для реконструкции событий и основные требования к последним.

§ 2. Основные ошибки, встречающиеся в результатах обмера камерных фотографий

При реконструкции событий, снимки которых измеряются на автоматах, теряется около 30% всех измеренных событий ^{14,5/}. Анализ причин отказов показал, что они в основном вызваны следующими ошибками в исходных данных.

I. Фатальные ошибки в исходных данных, которые могут быть найдены сразу же после их считывания. Среди фатальных ошибок этого типа наиболее часто наблюдаются следующие:

- Неверная запись результатов измерений на магнитную ленту, когда нарушается форма записи данных и их нельзя прочитать с помощью стандартных подпрограмм ввода. Вследствие этого происходит аварийный останов программы при считывании первого события.

- Длина массива исходных данных, заданная в его первом слове, меньше истинной, которую можно вычислить по числу измеренных элементов.

- Измеренные на стереоснимках координаты изображений элементов события превышают максимально допустимые значения.

- Неверная маркировка треков события. Так, например, трек, соединяющий две вершины события на одном из его снимков, помечен как выходящий из вершины, а один из вторичных - как соединяющий. Поскольку программы реконструкции, как правило, идентифицируют изображения такого типа треков только по их меткам, то события с такого типа ошибками восстановить не удастся.

- Измерены не все элементы события. Например, в исходных данных нет первичной вершины события или в событии есть останавливающийся трек, а точка остановки не измерена и т.п.

- Несоответствие между числом измеренных на проекции трека точек и адресом первого измерения в банке координатных пар. Например, число измерений равно нулю, а адрес первого измерения не равен нулю или наоборот, число измерений не равно нулю, а адрес первого измерения равен нулю.

- Адреса измерений элементов события находятся за пределами банка координатных пар. Ошибки такого типа свидетельствуют о сбоях в работе программы или ЭВМ или же могут появляться из-за потерь информации на магнитных лентах.

II. Неточные измерения изображений реперных точек, вершин и треков события. Среди ошибок этого типа наиболее часто встречаются следующие:

- На одном или двух стереоснимках события измерено менее четырех реперных точек.

- Изображения одной или нескольких вершин события плохо измерены на двух стереоснимках.

- На стереоснимках измерены не все треки события.

- В результатах обмера проекций треков события имеются фатальные ошибки, не позволяющие использовать эти проекции в процессе реконструкции. Качество обмера отдельных проекций треков события оценивается по величине среднего разброса измеренных на ней точек от подогнанной под измерения окружности, по расстоянию первой измеренной на проекции точки от вершины события, а также расстояниям между парами последовательных измерений на проекции.

Не все ошибки этого типа являются фатальными, если измеряются три стереоснимка события.

III. Несоответствие исходных данных заданной топологии события.

Это несоответствие, как правило, выражается в следующем:

- На стереоснимках события измерены не все его элементы, либо часть измеренных данных была отброшена из-за грубых ошибок, а оставшихся данных недостаточно для успешной реконструкции.

- На стереоснимках наряду с истинными элементами события измерены фоновые треки, либо в результатах измерений содержатся грубые ошибки, искажающие значения реальных параметров. Так, например, число проекций треков с положительной или отрицательной кривизной не совпадает с числом положительных или отрицательных частей события.

- Число кандидатов в треки события, найденное в процессе идентификации их изображений, больше, чем число реальных треков события. Это обычно имеет место для измерительных систем с минимальным управлением ^{123/}. Такого типа ошибки не являются фатальными, т.к. лишние треки можно исключить на заключительном этапе процес-

са реконструкции. Для решения этой задачи предложена специальная методика и выработаны критерии отбора /23/.

- Число кандидатов в треки события, найденных при идентификации их проекций, меньше числа треков события.

IV. Фатальные ошибки в результатах обмера проекций треков, которые обнаруживаются при вычислении параметров треков.

§ 3. Методика проверки результатов обмера камерных фотографий

Наиболее простым способом проверки результатов обмера камерных фотографий является их обсчет по соответствующей цепочке программ /24,25/. Анализируя результаты счета по геометрическим или кинематическим программам, а также данные, накопленные на лентах суммарных результатов, можно определить точности обмера элементов событий, проверить, нет ли в них систематических погрешностей, а также определить число хорошо измеренных событий, под которыми понимаются события, успешно прошедшие всю цепочку программ и не нуждающиеся в перемерах.

Однако частому применению этого метода мешают следующие обстоятельства:

1. Многократный обсчет больших групп измеренных событий при различных значениях констант и параметров требует больших затрат времени ЭВМ. Так, например, на обсчет одного события с жидководородных камер ОИЯИ по геометрической и кинематической программам тратится около 20 секунд времени центрального процессора. Нетрудно подсчитать, что для анализа одной тысячи событий требуется около 3 часов машинного времени.
2. Программы обработки फिल्मовой информации, предназначенные для анализа больших групп событий, обычно фиксируют только причину отказа, не указывая конкретных дефектов в исходных данных. В связи с этим для выявления причин отказов приходится производить повторный обсчет плохих событий с выдачей на печать большого числа промежуточных результатов счета. Проведение такого анализа является достаточно трудной задачей и требует больших затрат ручного труда на просмотр результатов счета.

Методику проверки результатов обмера камерных фотографий можно бы было реализовать на базе небольшого числа универсальных программ проверки.

Однако нецелесообразность такого пути делается очевидной ввиду приведенных ниже причин:

1. Универсальные программы проверки, рассчитанные на широкий класс экспериментов, должны иметь сложную логику и занимать большой объем оперативной памяти ЭВМ.
2. Работа с большими универсальными программами требует длительной подготовки пользователей и создания службы консультаций.
3. Большие программы, как правило, имеют очень низкий приоритет на современных ЭВМ и поэтому долгое время "ждут" своей очереди на счет.
4. Наиболее эффективна проверка измерений в диалоговом режиме. Однако ограничения на оперативную память и время счета не позволяют использовать большие программы в этом режиме.

Для устранения указанных трудностей была разработана следующая методика проверки результатов обмера камерных фотографий:

- После считывания массива данных с результатами обмера события проверяется, нет ли в них фатальных ошибок, список которых был приведен в предыдущем параграфе. Если в исходных данных обнаруживается хотя бы одна фатальная ошибка, она запоминается и программа переходит к анализу следующего события.
- Маркировка измеренных элементов сравнивается с топологией события, и проверяется соответствие меток версии и треков. Как и в предыдущем случае, при обнаружении фатальной ошибки анализ текущего события прекращается.
- Проверяется качество обмера реперных точек каждого измеренного стереоснимка. Для этого по измеренным и заданным значениям координат реперных точек методом наименьших квадратов вычисляются коэффициенты матрицы преобразования измерений в заданную плоскость. После этого измеренные значения координат реперов переводятся в эту плоскость и вычисляются разности между измеренными и заданными значениями их координат. Реперная точка считается измеренной, если величины указанных разностей не превышают заданных допусков. Измерения, не удовлетворяющие этому критерию, исключаются из рассмотрения. Стереоснимок считается измеренным, если на нем имеется не менее четырех реперных точек и, кроме того, разница усадки фотопленки в продольном и поперечном

направлениях не превышает заданной величины. Событие исключается из дальнейшего рассмотрения, если оно измерено менее чем на двух стереоснимках. Для оценки точностей обмера реперных точек гистограммируются разности между заданными и измеренными значениями координат реперных точек, а также значения параметра, характеризующего усадку фотопленки, на каждом стереоснимке.

— Проверяется качество обмера проекций треков и вершин события. Для этого через измеренные на изображениях треков точки методом наименьших квадратов проводятся окружности и для каждой проекции вычисляются следующие величины:

- радиусы кривизн и их ошибки,
- знаки кривизн,
- углы, которые касательные в начальных точках проекций образуют с осями координат,
- расстояния измеренных на проекциях треков точек от соответствующих окружностей.

Качество обмера проекций пучковых и вторичных треков события можно оценивать по следующим параметрам:

- Расстоянию первой измеренной на проекции точки от соответствующей вершины события.
- Расстояниям между парами последовательных измерений.
- Среднему разбросу измеренных на проекции трека точек от подогнанной под них окружности.

Гистограммирование этих величин позволяет проверять качество обмера проекций треков событий и находить значения соответствующих допусков.

— На заключительном этапе находится число кандидатов в треки события и проверяется, не противоречит ли оно числу треков события. Для решения этой задачи используется стандартная процедура идентификации изображений треков события, используемая в геометрии системы "Гидра" /11,12/. В работе /26/ показано, что использование в качестве критерия отбора хороших событий числа кандидатов в треки, состоящих из одних триплетов или триплетов с небольшой долей дублетов, позволяет достаточно точно оценивать число хорошо измеренных событий, не прибегая к их пространственной реконструкции.

Таким образом, рассмотренная методика проверки результатов обмера камерных фотографий позволяет, не прибегая к полной пространственной реконструкции, не только получать данные, характери-

зующие точности обмера элементов событий, но и оценивать число хорошо измеренных событий, которое является одной из наиболее важных характеристик измерительной системы.

§ 4. Назначение программы пакета

Для проверки результатов обмера камерных фотографий в соответствии с методикой, изложенной в предыдущем параграфе, был создан специальный пакет программы СНЕСК.

Рассмотрим назначение основных групп программы пакета.

А. Программы для проверки правильности записи результатов измерений на лентах исходных данных

С помощью этих программ можно получить следующую информацию:

- Список событий, хранящихся на магнитной ленте или перманентном файле магнитного диска, с указанием топологии и числа измеренных на каждом стереоснимке проекций треков.
- Номера событий, содержащих фатальные ошибки, список которых приведен в первом разделе второго параграфа.
- Номера событий, содержащих нефатальные ошибки.
- Результаты анализа событий для каждой фотопленки в форме таблиц, в которых указываются следующие данные:
 - число событий, треки которых измерены только на двух стереоснимках;
 - число событий, в которых на одном из снимков измерено меньше половины треков;
 - число событий, в которых не все проекции треков измерены на двух стереоснимках;
 - число событий, в которых не все проекции треков измерены на трех стереоснимках;
 - номера снимков, на которых либо нет измеренных треков, либо измерены не все треки;
 - комбинации пар стереоснимков (1-2, 1-3 и 2-3), на которых измерены не все треки;
 - числа фатальных и нефатальных ошибок каждого типа.

Эти данные позволяют выбирать группы событий для анализа по соответствующим цепочкам программ, обходя плохие измерения, которые могут вызывать аварийные остановки программ, и обнаруживать массивы плохо измеренных событий.

Количество выдаваемой на печать информации может регулироваться пользователями, которые могут также задавать номера событий, для которых нужно распечатать банки и значения измеренных координат.

Б. Программы для оценки точностей обмера реперных точек

Перед началом реконструкции результаты обмера стереоснимков события пересчитываются в координатную систему трековой камеры, определяемую координатами реперных точек, которые задаются в специальном блоке информации /2I/. Коэффициенты преобразования вычисляются по заданным и измеренным значениям координат реперов, связанных между собой следующими выражениями:

$$X_i = \alpha_1 + \alpha_3 \cdot x_i + \alpha_5 \cdot y_i,$$

$$Y_i = \alpha_2 + \alpha_4 \cdot x_i + \alpha_6 \cdot y_i.$$

Здесь X_i и Y_i — заданные для данного снимка значения координат i -ой реперной точки в координатной системе камеры,

x_i и y_i — измеренные на снимке значения координат i -ой реперной точки,

α_k — коэффициенты преобразования.

Коэффициенты α_k вычисляются методом наименьших квадратов. Для этого на каждом снимке необходимо измерить не менее четырех точек.

Перевод координат измеренных на стереоснимках элементов события в координатную систему камеры производится в следующей последовательности:

- Вычисляются коэффициенты преобразования α_k .
- Измеренные на стереоснимках значения координат реперных точек пересчитываются в координатную систему камеры.
- Находятся разности между заданными и измеренными значениями координат реперных точек. Если разности между заданными и измеренными значениями координат одной или нескольких реперных точек превышают заданный допуск, то точка, дающая наибольшие отклонения, исключается из дальнейшего рассмотрения и процесс повторяется до тех пор, пока на снимке не остается менее четырех реперов.
- Для снимков, на которых после проверок остается не менее четырех реперных точек, вычисляется параметр, характеризующий

разницу усадки пленки в продольном и поперечном направлениях (stretch — параметр).

Снимки, на которых после выброса плохих измерений осталось менее четырех реперов либо усадка фотопленки для которых больше допустимой, из дальнейшего рассмотрения исключаются.

Программы этой группы позволяют вычислять разности между заданными и измеренными значениями координат реперных точек и stretch — параметры снимков, а также гистограммировать значения этих величин для заданных снимков или реперов. Результаты счета выдаются на печать в форме гистограмм или заголовков к ним в соответствии с пожеланиями пользователей.

В. Программы для оценки качества обмера вершин и треков событий

При анализе качества обмера изображений вершин и треков событий на отдельных стереоснимках зачастую не представляется возможным разделить фатальные и нефатальные ошибки. Это связано с тем, что плохие измерения элемента события на одном из стереоснимков не всегда исключают возможность его реконструкции по результатам измерений на остальных стереоснимках. Поэтому программы этой группы предназначены для гистограммирования следующих величин, позволяющих оценивать качество измерений вершин и треков событий:

- кривизн проекций пучковых треков событий,
- расстояний между проекциями вершин и выходящих из них треков событий,
- расстояний измеренных на проекциях треков точек от подогнанных под измеренные точки окружностей (Residuals),
- расстояний между первыми измеренными на проекциях треков точками и проекциями соответствующей вершины,
- расстояний между парами последовательных измерений на проекциях треков.

Просмотр этих гистограмм позволяет получить информацию о точностях обмера вершин и треков событий и выявить массивы данных, непригодные для дальнейшего анализа.

Г. Программа для оценки числа хорошо измеренных событий

Заключительным этапом процесса проверки является оценка числа хорошо измеренных событий без их пространственной реконструкции. Методика и критерии оценки этой величины по резуль-

татам идентификации проекций треков на стереоснимках событий рассмотрены в работе /26/.

Для оценки числа хорошо измеренных событий программа выдает на печать для каждой обработанной фотопленки следующие данные:

- число событий, в которых кандидаты в треки состоят из одних триплетов, триплетов и одного дублета, триплетов и двух дублетов и т.п. для каждой множественности отдельно;
- число событий, в которых кандидаты в треки состоят из одних триплетов или триплетов и одного дублета.

Сопоставление этих данных с результатами реконструкции событий по полной геометрии позволяет находить надежные критерии для оценки числа хорошо измеренных событий, которые затем можно использовать для выявления плохо измеренных фотопленок.

Д. Программы для получения промежуточных результатов счета

Для установления конкретных причин, из-за которых результаты обмера камерных фотографий бракуются геометрическими программами, зачастую требуется анализировать промежуточные результаты счета. Например, результаты подгонки измеренных на проекциях треков точек под окружности или результаты испытаний списков дублетов и триплетов при идентификации изображений соответствующих проекций треков событий.

Поскольку печать этих данных требует не только много бумаги, но и больших затрат времени на их просмотр, было создано несколько программ, позволяющих выдавать на печать только требующиеся данные для указываемых пользователем событий.

Е. Программы для получения рисунков с изображениями элементов событий на их стереоснимках

В ряде случаев для анализа причин отказов достаточно получить рисунки с изображениями элементов события на его стереоснимках. Для их получения в пакет включены специальные программы, позволяющие выдавать на печать результаты оцифровки стереоснимков в виде рисунков.

§ 5. Основные характеристики программ пакета

Обсчет результатов обмера камерных фотографий производится в настоящее время, как правило, на мощных ЭВМ, работающих в мультипрограммном режиме. Приоритет задачи, а следовательно, и время

ее нахождения в машине зависит от требующихся ресурсов (время работы центрального процессора, объем оперативной памяти ЭВМ, время обмена с внешними устройствами) /27/. Для уменьшения объема требуемой памяти ЭВМ целесообразно разделить большие программы на сегменты, перезагружаемые в процессе счета, т.к. это может повысить их приоритет. Однако слишком большое число сегментов приводит к увеличению времени работы периферийных процессоров, производящих операции обмена. Таким образом, при оценке эксплуатационных характеристик программы необходимо наряду с их длиной и быстродействием также рассматривать число перезагружаемых сегментов, если таковые имеются, время работы периферийных процессоров, суммарные затраты ресурсов, характеризующиеся коммерческим или системным временем, и соотношение между последними и временем работы центральных процессоров.

В таблице 1 приведены основные характеристики программ пакета, а в таблице 2 - затраты времени работы системы, центрального и периферийного процессоров на анализ 997 событий с камеры "Людмила" с различной множественностью. Обмер снимков производился на сканирующем автомате типа HPD /6/. Исходные данные для анализа считывались с магнитного диска.

Из приведенных в таблицах 1 и 2 данных следует, что программы пакета позволяют за несколько минут работы центрального процессора ЭВМ анализировать сотни событий. При этом отношение системного времени ко времени работы центрального процессора практически совпадает со средним значением этой величины, которое составляет 3,1-3,2. Следует также указать, что время центрального процессора, затрачиваемое на реконструкцию событий, - около 10 секунд.

§ 6. Краткая характеристика основного ПМ-файла пакета

Как уже отмечалось, программы пакета собираются из элементов системы "Гидра" и ее геометрических процессоров. Основным ПМ-файлом пакета является специальный ПМ-файл пользователя (QUALPAM), секции которого предназначены для решения следующих задач:

- внесения изменений в стандартные модули геометрии, учитывающие специфику программ проверки,
- ввода данных с различных измерительных приборов,

Таблица I

Основные характеристики программ пакета

Характеристики программ \ Назначение программ	Проверка входных данных	Проверка реперов	Проверка снимков	Проверка событий
Время центрального процессора, затрачиваемое на получение рабочего варианта программы	21-23с	32-40с	42-50с	62-67с
Число слов в оперативной памяти машины, занимаемых программой	~20 тыс.	~22тыс.	~28тыс.	~29тыс.
Число сегментов программы	3	3	3	3

Таблица 2

Затраты времени на анализ 997 событий с камеры "Людмила" по программам пакета

Программа \ Время	Проверка входных данных	Проверка реперов	Проверка снимков	Проверка событий
Центрального процессора (ВЦП)	245с	571с	976с	1911с
Периферийного процессора (ВПП)	197с	347с	378с	413с
Системное (коммерческое) (СВ или КВ)	747с	1777с	3227с	6331с
ВПП/ВЦП	0,8	0,6	0,4	0,2
СВ/ВЦП	3,0	3,1	3,3	3,3
Центрального процессора на 1 событие	0,23с	0,55с	0,95с	1,9с

- организации процесса проверки результатов обмера камерных фотографий,
- организации выдачи результатов счета,
- хранения блоков информации (титлов) с разнообразными константами и параметрами оптических схем трековых установок,
- автоматизированной сборки программ пакета.

Все секции, колоды и последовательности этого ПАМ-файла снабжены комментариями, поясняющими их назначение и возможности применения. Эти комментарии написаны в соответствии с требованиями документирования программ, принятыми в системе "Гидра", что позволяет получать их описания с помощью специальной программы WRUP /I2/.

Если потребуется использовать программы пакета для анализа данных с новой трековой камеры или измерительной системы, то в текст ПАМ-файла нужно включить соответствующие блоки информации и специальную управляющую и корректирующую секции для учета особенностей формата записи исходных для геометрической реконструкции событий данных и системы реперных точек.

Такая схема организации текста программы пакета позволяет без особых затруднений расширить сферу его применения, а также обеспечивает возможность автоматизированной сборки программы по задаваемым пользователем директивам.

§ 7. Методика генерации программ пакета

Программы пакета рассчитаны на широкий круг пользователей, включая лиц, не имеющих опыта работы на ЭВМ. В связи с этим пакет снабжен средствами для автоматизированной сборки (генерации) программ по заданиям пользователей, составленным на специализированном языке запроса /28,29/. Для получения требуемого варианта программы пользователю необходимо вставить в колоду перфокарт заданного образца группу директив из приведенного ниже списка.

SYSTEM CARD

- эта директива предназначена для включения в задание системе генерации всех обязательных системных директив.

NPD INPUT

SR INPUT

PUOS INPUT

- эта группа директив позволяет определить тип измерительного устройства, на котором производился обмер событий.

CHAMBER LUDMILA } CHAMBER VPK100 }	- эти директивы определяют название камеры.
CHECK INPUT DATA } CHECK FIDUCIALS } CHECK VIEWS } CHECK EVENTS }	- эти директивы определяют основную задачу программы (проверка входных данных, реперных точек, измерений на снимках и событий).
TITLES FOR EXP...	- с помощью этих директив выбираются нужные наборы блоков информации (титлов).

Из приведенных выше 4-х групп директив пользователь должен выбрать по одной, нужной. Выбор сразу двух директив в любой из этих групп запрещен, т.к. одновременно могут анализироваться события только с одной камеры, измеренные на одном из устройств, и решаться может только одна из 4-х задач.

Уточнение характера решаемой задачи и регулирование режимов печати производится с помощью специальных директив, которые можно вставлять в задание только вместе с директивой, определяющей главную задачу. Так, при проверке входных данных в задание можно включить одну или несколько директив из следующего списка:

INPUT RECORD DIAGNOSTICS
INPUT RECORD LIST
INPUT RECORD BANKS
GIVEN INPUT RECORDS BANKS
INPUT RECORD CONTENTS
GIVEN INPUT RECORD CONTENTS

Включение в задание этих директив позволяет выдавать на печать таблицу найденных ошибок, список событий, содержимое банков событий с координатами измеренных величин и без них для всех или заданных групп событий, содержащихся на файле исходных данных.

При проверке реперов с помощью следующих директив можно задавать характер требующихся гистограмм и регулировать режимы задачи:

SUMMARY FIDUCIAL HISTOGRAM
SUMMARY VIEW FIDUCIAL HISTOGRAMS
SUMMARY FOR SINGLE FIDUCIAL HISTOGRAM
SINGLE FIDUCIAL HISTOGRAMS
STRETCH VIEW FIDUCIAL HISTOGRAMS

ONLY HEADS OF HISTOGRAMS
FIDUCIAL PICTURES
GIVEN FIDUCIAL PICTURES

При анализе измерений на стереоснимках для уточнения задачи и количества выдаваемой на печать информации служат следующие директивы:

VIEW PLOT
VIEW PLOT FOR GIVEN EVENTS
EVENT PICTURES
GIVEN EVENT PICTURES
BEAM HISTOGRAMS
VERTEX HISTOGRAMS
SECONDARY TRACK HISTOGRAMS
ONLY HEADS OF HISTOGRAMS
CIRCLE FIT RESULTS
CIRCLE FIT RESULTS FOR GIVEN EVENTS

При проверке событий можно получать результаты испытаний списков дублетов и триплетов проекций с помощью следующих директив:

DOUBLET TEST RESULTS
GOOD DOUBLET LISTS
TRIPOLET TEST RESULTS
GOOD TRIPLET LISTS
DOUBLET TEST RESULTS FOR GIVEN EVENTS
TRIPLET TEST RESULTS FOR GIVEN EVENTS
GOOD TRIPLET LISTS FOR GIVEN EVENTS
RUN WITHOUT NCP-TEST
GOOD DOUBLET LISTS FOR GIVEN EVENTS

Комбинируя указанные выше директивы, можно получить программу для решения указанных ранее задач. Предположим, что нам требуется получить программу для оценки числа хорошо измеренных на НРД событий с камеры "Людмила" с выдачей на печать списков триплетов, прошедших все испытания в процессе идентификации изображений треков. Тогда в задание пользователя включаются следующие директивы:

SYSTEM CARD
HPD
CHAMBER LUDMILA
TITLE FOR EXP207
CHECK EVENTS
GOOD TRIPLET LISTS

Генерация программ пакета производится в два этапа /29/. На первом – задание пользователя переводится на язык директив программы-сборщику системы URATCHY, которая затем собирает текст программы в форме, пригодной для последующей трансляции. Время работы центрального процессора на первом этапе генерации не превышает 1, а на втором – одиннадцати секунд.

§ 8. Информационно-справочное обеспечение пакета

Пакет программ для проверки результатов обмера камерных фотографий, как и, вообще говоря, любая другая система математического обеспечения, постоянно развивается. В связи с этим необходимая для работы пользователей оперативная информация о статусе программ пакета, их назначении, список директив с комментариями, примеры заданий и образцы кодов записаны на магнитные диски ЭВМ CDC-6500 в виде перманентного файла, разделенного на несколько кодов. Такая организация информационно-справочного обеспечения пакета не только позволяет пользователям получать необходимые им данные, но и обеспечивает возможность постоянного обновления этих материалов по мере его развития.

В настоящее время в этом файле (CHECK DOCUMENTATION) содержится следующая информация:

- краткое описание пакета и используемых в его программах ПМ-файлов;
- краткое описание QUALPAMA;
- список ошибок в исходных данных, которые могут быть обнаружены;
- список директив системы генерации программ пакета;
- список директив с комментариями, поясняющими их назначение;
- образцы кодов пользователя, в которые вставляются директивы заданий системе генерации.

- примеры заданий с указанием директив, которые нельзя помещать в одно и то же задание.

Заключение

Описанный в работе пакет программ используется для проверки результатов обмера стереоснимков с жидководородных пузырьковых камер ОИЯИ, производимого на полуавтоматах, HPD и спиральном измерителе.

Применение программ пакета для анализа причин отбраковки измеренных данных позволило значительно сократить затраты труда на поиск причин отказов, а создание системы для генерации программ пакета обеспечивает широкому кругу пользователей, включая физиков и инженеров, возможность проведения такого анализа.

Литература

1. Tausch L.A. Internal Report CERN-DD/DH/69/2, 1969.
2. Powell B.W. Internal Report CERN-DD/DH/69/13, 1969.
3. Ferran P.M. Internal Report CERN-DD/DH/69/17, 1969.
4. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, IO-II448, Дубна, 1978.
5. Косарева З.М. и др. ОИЯИ, P10-8613, Дубна, 1975.
6. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, IO-4513, Дубна, 1969.
7. Котов В.М. и др. ОИЯИ, IO-7939, Дубна, 1969.
8. Виноградов А.Ф. ОИЯИ, IO-8783, Дубна, 1975.
9. Вэск R.K. et al. ОИЯИ, D10-6142, Дубна, 1972, с.547-564.
10. HYDRA System Manual, CERN, 1974.
11. HYDRA Application Library, Long write-up, CERN, 1974.
12. HYDRA Application Library, Short write-up, CERN, 1976.
13. Klein H. and Zoll J. Program PATCHY, Reference Manual for version 4.01 onwards, CERN Program Library, 1977.
14. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, D10-6142, Дубна, 1972, с.213-226.
15. Belonogov A.V. et al., Nuclear Instrum. and Methods, 20, 114, 1963,

16. Богуславский И.В. и др. ОИЯИ, I3-446, Дубна, 1969.
17. Комолова В.Е. и др. ОИЯИ, ДIО-6I42, Дубна, 1972, с.420-428.
18. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, IO-6956, Дубна, 1973.
19. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, ДIО-6I42, Дубна, 1972, с.398-4II.
20. Иванов В.Г. ОИЯИ, ДIО,II-II264, Дубна, 1978, с.7I-78.
- 2I. Bryant F., Program THRESH, CERN TC program library manual , Vol 1., CERN, Geneva, 1968.
22. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, IO-7I9I, Дубна, 1973.
23. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, IO-9833, Дубна, 1976.
24. Gerard J.M. et al. Internal Report, CERN-DD/DP/68/8 , 1968.
25. Blair W.M.R. Internal Report, CERN-DD/DA/68/9 , 1968.
26. Аладашвили Б.С. и др. ОИЯИ, IO-7940, Дубна, 1974.
27. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, PIO-II3I5, Дубна, 1978.
28. CDC NOS/BE 1 REFERENCE MANUAL, Publication No.60493800. Control Data Corporation, Publications and Graphics Division, St. Paul, Minnesota, 3-15-77.
29. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, PIO-II6I2, Дубна, 1978.
30. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, PIO-II9II, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 декабря 1978 года.