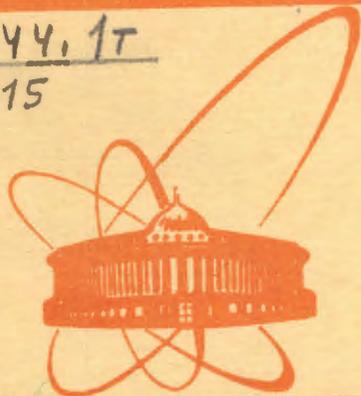


СЗУУ. 1Т
Б-15



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

3900/2-79

1/10-79

P10 - 12474

С.Г.Бадалян, Н.А.Буздавина, В.В.Глаголев,
В.Б.Дубинчик, Т.И.Забой, В.Г.Иванов, А.П.Кретов,
В.П.Миролюбов, И.И.Шелонцев

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ
РЕЗУЛЬТАТОВ ОБМЕРА КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ
НА ЭВМ CDC-6500 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДИАЛОГОВЫХ СРЕДСТВ

1979

P10 - 12474

С.Г.Бадалян, Н.А.Буздавина, В.В.Глаголев,
В.Б.Дубинчик, Т.И.Забой, В.Г.Иванов, А.П.Кретов,
В.П.Миролюбов, И.И.Шелонцев

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ
РЕЗУЛЬТАТОВ ОБМЕРА КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ
НА ЭВМ CDC-6500 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДИАЛоговых СРЕДСТВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Бадалян С.Г. и др.

P10 - 12474

К вопросу организации обработки результатов обмера камерных фотографий на ЭВМ СДС-6500 с использованием диалоговых средств

Работа по дальнейшему усовершенствованию процесса обработки результатов обмера камерных фотографий на ЭВМ СДС-6500 в целях обеспечения нормальной эксплуатации программ обработки, сокращения времени счета событий, устранения потерь времени ЭВМ и повышения эффективности ее работы в настоящее время направлена на оптимальную организацию программ обработки пленочной информации и сокращение их числа, на включение на различных этапах обработки небольших программ для всестороннего контроля и анализа результатов измерений и счета и на использование в процессе такого анализа средств диалога человека с ЭВМ.

В работе также даны описания и характеристики соответствующих программ, показана целесообразность широкого использования программ контроля и анализа результатов счета как в пакетном, так и в особенности в диалоговом режимах, описана схема организации режима диалога пользователя с ЭВМ.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Badalyan S.G. et al.

P10 - 12474

On Processing of the Bubble Chamber Photograph Measurements on CDC-6500 Computer Using the Means for Interactive Operation

Methods are described of further improvement of processing bubble chamber photograph measurements with the CDC-6500 computer. They are intended to the processing program normal exploitation, for shortening time for event processing, for elimination of computer time waste and for computer operation effectiveness, aimed presently at optimal organization of programs for film information processing and shortening of their number, at including on different processing stages of small programs for thorough control and analysis of measuring and counting results, and at using means for man-machine dialogue. The description and characteristics of corresponding programs, the expediency of a wide application of programs for counting result control and analysis and for analysis in batch and interactive operation modes are also given. The scheme of organization of interactive man-machine dialogue is presented.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Для обсчета результатов обмера камерных фотографий на ЭВМ СДС - 6500 ОИЯИ имеется большой комплекс программ, предназначенных для восстановления пространственной картины измеренных событий, кинематической идентификации результатов реконструкции, подготовки лент суммарных результатов и статистического анализа экспериментальных данных /1-3/.

Опыт работы с этими программами показал, что при считывании исходных данных с магнитных лент и записи результатов счета также на магнитные ленты имеет место большие потери времени ЭВМ (из-за низкого качества магнитных лент) и снижение эффективности центральных процессоров. В связи с этим были исследованы различные режимы работы программ обработки пленочной информации и найден оптимальный режим, обеспечивающий при минимальных потерях времени ЭВМ высокую эффективность функционирования центральных процессоров /4/.

Дальнейшее усовершенствование процесса обработки результатов обмера камерных фотографий шло по пути оптимальной организации программ обработки пленочной информации и сокращения их числа, а также использования в процессе анализа результатов счета средств диалога человека и ЭВМ.

§ I. Основные трудности, встречающиеся в процессе обсчета результатов обмера камерных фотографий

Анализ причин, из-за которых возникают трудности в процессе обсчета результатов обмера камерных фотографий, показал, что они в основном связаны с дефектами магнитных лент, используемых в качестве носителей информации, многоступенчатостью процесса обсчета, наличием фатальных ошибок в исходных для реконструкции событий данных, отсутствием контроля на различных этапах процесса обработки.

Перейдем к подробному рассмотрению указанных выше причин, затрудняющих массовую обработку фильмовой информации на ЭВМ CDC-6500 ОИЯИ.

Блок-схема процесса обработки результатов обмера камерных фотографий показана на рис.1^{5/}.

В ходе реконструкции вычисляются пространственные координаты вершин и треков событий. Исходными данными для реконструкции являются измеренные на стереоснимках координаты реперных точек, вершин и треков событий. Результаты реконструкции хорошо измеренных событий, т.е. событий, в которых восстановлены все вершины и треки, записываются на ленту хороших результатов. События, в которых восстановлены не все элементы, записываются на ленту плохих результатов или исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Результаты реконструкции хорошо измеренных событий обсчитываются по кинематическим программам, которые для каждого рассматриваемого события выделяют одну или несколько наиболее вероятных гипотез. Под гипотезой здесь понимается присвоение конкретных значений масс трекам события. Результаты кинематической идентификации также записываются на специальную магнитную ленту.

При кинематической идентификации для большинства событий, образуемых частицами высоких энергий, законы сохранения энергии-импульса позволяют выделить, как правило, не одну, а несколько наиболее вероятных гипотез. Поэтому производится дополнительный просмотр

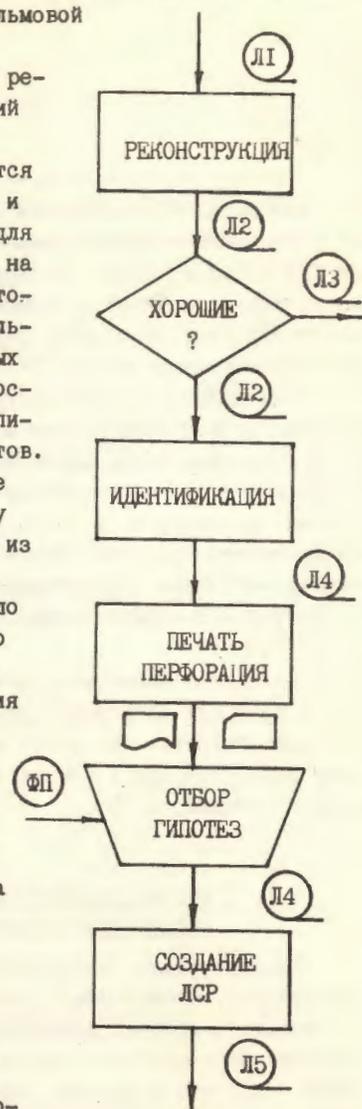


Рис.1

фотоленок, в ходе которого наблюдаемая на снимках ионизация треков сравнивается с вычисленной при различных предположениях о массах частиц. Для этого результаты идентификации с помощью специальной программы выдвигаются на печать и, кроме того, для каждой гипотезы, удовлетворяющей законам сохранения, перфорируется специальная карта отбора (slice - карта).

После дополнительного просмотра из всего имеющегося набора карт отбора выбираются только те, которые удовлетворяют наблюдаемой на стереоснимках ионизации. Эти карты используются затем для переписи данных на ленты суммарных результатов.

Реконструкция событий, их идентификация, печать и перфорация результатов идентификации, создание лент суммарных результатов производятся с помощью отдельных программ, а обмен данными между ними осуществляется через магнитные ленты. Поэтому при обсчете группы событий по всем этапам цепочки требуется установка 7-8 лент: две-три на этапе реконструкции, две - идентификации, одна - печати и перфорации, две - на этапе подготовки лент суммарных результатов.

Поскольку на ЭВМ CDC-6500 ОИЯИ имеется всего лишь шесть девятидорожечных и два семидорожечных магнитофона, то задачи с несколькими магнитными лентами имеют весьма низкий приоритет. Работа с лентами также требует заметных затрат времени периферийных процессоров на чтение исходных данных и запись результатов. Кроме того, пользователи не всегда имеют достаточное количество качественных магнитных лент. Вследствие этого в процессе обсчета данных довольно часто встречались случаи, когда работа программ прекращалась из-за того, что либо не читались магнитные ленты с исходными данными, либо результаты счета нельзя было записать на ленту результатов.

В результате наладить на ЭВМ CDC-6500 массовую обработку фильмовой информации с использованием магнитных лент в качестве носителей информации не удалось. Следует также указать, что счет по программам, как правило, велся небольшими группами событий и вследствие этого одни и те же магнитные ленты использовались многократно. Это обстоятельство также приводило к большому числу отказов в процессе счета.

В связи с этим был исследован ряд режимов работы и найден оптимальный^{4/}. Схема организации процесса обработки в этом режиме показана на рис.2.

Магнитная лента с исходными данными для реконструкции событий копируется на диск. Программа геометрической реконструкции считывает данные с диска и на него же пишет результаты счета, которые, в свою очередь, являются исходными данными для последующей программы цепочки и т.д. На заключительном этапе анализа результаты счета, которые нужно хранить, собираются в один общий файл и переписываются на магнитную ленту. Для надежности делается копия ленты результатов, т.к. в процессе работы эта лента может быть испорчена. Затем уничтожаются все уже не нужные файлы, и после этого можно приступить к анализу нового массива результатов измерений. Процедуры сборки и уничтожения файлов могут производиться также и на промежуточных этапах, если в этом возникнет необходимость.

Использование диска для хранения результатов измерений и счета позволило наладить нормальную эксплуатацию программы обработки фильмовой информации, устранить потери времени ЭВМ в процессе обсчета данных, значительно сократить время работы периферийных процессоров и поднять эффективность работы ЭВМ. Так, например, на обсчет 15 тыс. событий с камеры "Людмила" с числом вторичных лучей от двух до восьми по геометрической программе было затрачено 42 часа времени работы центрального процессора СРС-6500. При этом время работы периферийных процессоров составило около 20% времени работы центральных процессоров, тогда как при работе с лентами это отношение - более 100%/4/.

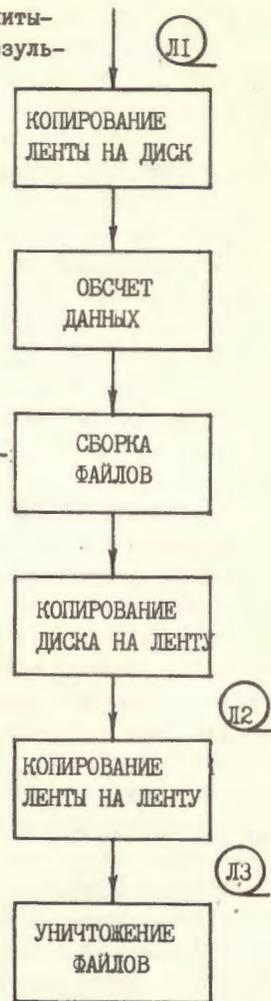


Рис.2

Недостатком такого режима работы является его многоступенчатый характер, что требует очень четкой организации работ в процессе анализа результатов обмера камерных фотографий. Кроме того, такая организация позволяет обнаруживать серьезные дефекты в результатах обмера камерных фотографий или в используемых программами константах только на заключительном этапе процесса измерений, что затягивает процесс обработки.

§ 2. Сокращение числа программ, по которым ведется обсчет результатов обмера камерных фотографий

Одним из возможных способов устранения отмеченных выше недостатков и ускорения процесса обработки является сокращение числа программ, по которым ведется обсчет данных.

Действительно, для ряда задач первые три этапа процесса анализа (реконструкцию, идентификацию, печать и перфорацию карт отбора), показанные на рис.1, можно производить с помощью одной программы, которая в дальнейшем будет называться программой ГЕОКИН. В этом случае отбор событий, пригодных для кинематической идентификации, производится с помощью специальных подпрограмм по задаваемым пользователем критериям отбора.

Вариант программы ГЕОКИН на ЭВМ СРС - 6500 ОИЯИ был собран из элементов геометрии и кинематики системы "Гидра"^{16/}. Поскольку длина программы превышает отведенный для пользователей ресурс оперативной памяти ЭВМ, то она имеет оверлейную структуру. Схема сегментации программы приведена на рис.3.

Программа состоит из пяти сегментов трех уровней, из которых один загружается в оперативную память ЭВМ только на начальном этапе. Головной сегмент и второй сегмент первого уровня постоянно находятся в оперативной памяти. Таким образом, в процессе обсчета событий происходит перезагрузка только двух сегментов второго уровня, один из которых производит геометрическую реконструкцию, а второй - кинематическую идентификацию.

Объем оперативной памяти ЭВМ, занимаемый программой в процессе обсчета данных, - около 50 тыс. слов, из которых 17 тыс. занимает блок динамически распределяемой памяти. Время трансляции программы составляет около 2 мин.

В таблице приведены данные о затратах времени центральных процессоров (ТСП), системы (ТС) и периферийных процессоров (ТТР) ЭВМ СРС-6500 на обсчет одного события α_p -эксперимента по цепочке программ THRESH - GRIND - AUTOGR^{1/1} и программе ГЕОКИН.

Таблица

	ТСП сек.	ТС ТСП	ТТР ТСП	Среднее ТС/ТСП	Примечание
Цепочка программ	7,5	3,7	0,4	3,1	984 события. Обсчитаны в 1977 г.
ГЕОКИН	7,9	4,9	0,8	3,7	10209 событий. Обсчитаны в 1978 г.

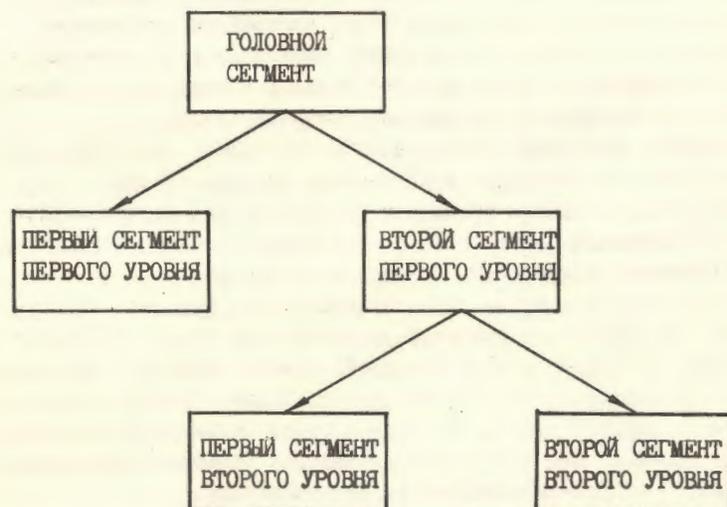


Рис. 3

Из этих данных видно, что затраты времени центрального процессора при обсчете данных по цепочке программ и программе ГЕОКИН отличаются незначительно. Наблюдаемое возрастание системного времени в основном связано с изменением варианта операционной системы, т.к. обсчет данных по цепочке программ был произведен в 1977 г., а по программе ГЕОКИН-в 1978 г. Отношения же системного времени к времени работы центральных процессоров, усредненные по всем задачам в периоды счета, возросли с 3,1 до 3,7. Возрастание затрат периферии связано с перезагрузкой сегментов. Следует также учитывать, что приведенные в таблице цифры имеют ориентировочный характер, т.к. они зависят от числа хорошо измеренных событий, т.е. событий, которые успешно проходят все тесты.

Таким образом, использование одной сегментированной программы вместо трех отдельных программ не приводит к заметному возрастанию ни системного времени, ни времени центральных процессоров, но существенно ускоряет процесс обработки за счет сокращения числа сеансов счета в три раза.

§ 3. Анализ результатов обмера камерных фотографий с использованием диалоговых средств

Современные системы обработки фильмовой информации являются большими и сложными комплексами просмотрово-измерительных устройств, электронно-вычислительных машин и программ^{15/}. Надежная работа таких систем невозможна без оперативного контроля их элементов на различных этапах процесса обработки. Одним из эффективных способов контроля работы сканирующих автоматов, предназначенных для обмера камерных фотографий, является обсчет результатов измерений по соответствующей цепочке программ^{17/}. Анализируя результаты реконструкции и кинематической идентификации событий, можно определить точности измерения элементов событий, отсутствие в исходных данных систематических погрешностей, оценить качество работы измерительных устройств. Однако в этом случае ошибки в исходных данных, разнообразных константах, используемых в процессе анализа, дефекты в программах и методах обработки обнаруживаются на заключительных этапах. Вследствие этого обработку части данных приходится повторять, что затягивает процесс анализа.

Для устранения этих недостатков были разработаны программы, предназначенные для проверки результатов обмера камерных фотографий и экспресс-анализа результатов счета в пакетном и интерактивном режимах.

Схема организации анализа результатов обмера камерных фотографий с использованием этих программ показана на рис.4.

Результаты обмера камерных фотографий, находящиеся на магнитной ленте, копируются на диск и хранятся на нем в форме перманентного файла^{8/} до тех пор, пока они не будут обсчитаны до конца.

Затем производится полная или выборочная проверка исходных данных, в ходе которой оценивается число хорошо измеренных событий и точности обмера их элементов. Для решения этих задач был создан специальный пакет программ^{10/}. Проверку исходных данных можно производить как в пакетном, так и интерактивном режимах.

Если результаты проверки являются удовлетворительными, то события поступают на дальнейшую обработку. В противном случае они направляются на повторные измерения, а соответствующий перманентный файл уничтожается.

Обсчет данных производится по одной или нескольким программам. Обмен данными между программами цепочки производится через перманентные файлы, что обеспечивает эффективную работу ЭВМ и практи-



Рис.4

чески исключает потери машинного времени в процессе обсчета. По мере накопления результатов счета пользователь имеет возможность проверять работу системы по различным физическим тестам (значениям недостающих масс, распределениям вероятностей, величинам χ^2 и т.п.). Все эти проверки также могут производиться в пакетном и интерактивном режимах.

Если полученные результаты удовлетворяют требованиям экспериментаторов, то они переписываются на магнитные ленты для хранения и последующего статистического анализа, либо производится новый обсчет данных с измененными значениями параметров и констант, которые могут влиять на получаемые результаты.

На заключительном этапе магнитный диск очищается от ненужных более перманентных файлов.

Включение в процесс обработки программ проверки результатов измерений и счета позволяет без заметных затрат машинного времени выявлять плохо измеренные массивы данных на начальных этапах анализа, а также контролировать по наиболее чувствительным критериям правильность работы системы и подбора констант и параметров, используемых при реконструкции и идентификации событий.

§ 4. Программы для проверки результатов обмера камерных фотографий

Для проверки результатов измерений, производимых на автоматических и полуавтоматических устройствах, был создан специальный пакет программ^{10/}, предназначенных для решения следующих задач:

- проверки правильности записи результатов измерений на файлах с исходными данными;
- оценки точности обмера реперных точек;
- оценки качества обмера вершин и треков событий на их стереоснимках;
- оценки числа хорошо измеренных событий;
- выяснения причин, по которым результаты измерений бракуются в процессе реконструкции;
- получения рисунков с изображениями измеренных на стереоснимках элементов событий.

Поскольку приоритет задачи, а, следовательно, и время ее нахождения в ЭВМ, работающей в мультипрограммном режиме, зависит от требующихся программе ресурсов, то для быстрого получения результатов целесообразно вести счет по программам, требующим минимальной памяти и небольшого времени работы как центрального, так и периферийных процессоров. В связи с этим было создано несколько десятков программ, занимающих в оперативной памяти ЭВМ от 20 до 30 тыс. слов и затрачивающих на анализ одного события от 0,2 до 2 сек в зависимости от характера решаемой задачи.

Программы пакета рассчитаны на широкий круг пользователей, в том числе и на лиц, не имеющих опыта работы на ЭВМ. Поэтому пакет снабжен средствами для автоматизированной сборки (генерации) программ по заданиям пользователей, составляемым на специализированном языке запросов /II/. Кроме того, имеется возможность производить проверку результатов измерений в режиме диалога "человек-ЭВМ". Схема организации этого режима будет подробно рассмотрена ниже.

§ 5. Проверка результатов счета

Как уже отмечалось, одним из эффективных способов контроля работы систем обработки filmовой информации является анализ результатов реконструкции или кинематической идентификации событий /7/. Для проведения такого анализа в нашем случае были созданы специальные программы, с помощью которых в пакетном или интерактивном режимах можно получать распределения следующих величин:

- пространственных координат вершин и других характерных точек событий;
- параметров пучковых треков (длины, углы, импульсы, радиусы кривизны, координаты точек входа в камеру и т.п.);
- параметров вторичных треков;
- χ^2 , вероятностей и недостающих масс для различных реакций, идентифицированных с помощью законов сохранения энергии-импульса.

Кроме того, имеется возможность строить различного рода гистограммы, позволяющие исследовать зависимости ряда величин от значений пространственных координат вершин событий, например, за-

висимости углов, образуемых касательной к пучку в точке взаимодействия с координатными осями, от положения вершины. Эти программы также использовались для подбора различных констант, в том числе параметров первичного пучка.

Объем оперативной памяти ЭВМ, требующийся для работы этих программ, около 30 тыс. слов, а время, затрачиваемое на анализ тысячи событий, не превышает 60 секунд.

Программы собираются из элементов системы "Гидра" /6/. Время, затрачиваемое на сборку текста и трансляцию программ этой группы, около 15-20 сек, что позволяет вести анализ результатов счета в режиме отладок.

§ 6. Схема организации режима диалога

Для проверки результатов измерений камерных снимков или сче-

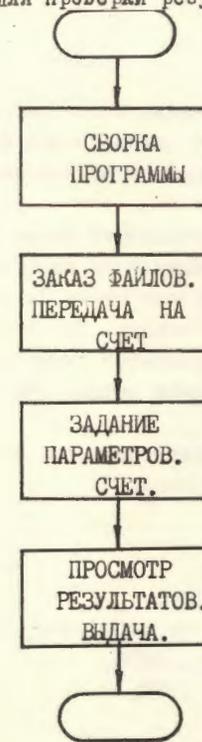


Рис.5

та по программам геометрии и кинематики были созданы специальные диалоговые программы, работа которых организована в следующей последовательности (рис.5).

- На первом этапе пользователь собирает требующийся ему вариант программы. При этом система "подсказывает" ему последовательность действий, которые он должен делать, и предлагает ему альтернативные варианты, из которых он должен выбрать один или несколько.

- На втором система "учит" пользователя процедуре задания исходных данных и передачи задачи на счет. Иначе говоря, в процессе диалога в памяти ЭВМ формируется колода пользователя, которая затем по его команде передается на счет.

- Работа программы начинается с того, что она выдает пользователю список констант и параметров, которые нужно задать программе, например параметры гистограмм. Пользователь просматривает их на экране дисплея и в случае необходимости заме-

няет те или иные величины. После этого производится обсчет заданного массива данных.

- На заключительном этапе пользователь просматривает на экране дисплея результаты счета, выдаваемые в виде таблиц, гистограмм, графиков или рисунков и организует выдачу на печать той информации, которую следует сохранить.

Такова в общих чертах схема организации программ для анализа результатов обмера камерных фотографий и результатов счета в диалоговом режиме.

Время, которое пользователь проводит за терминалом, начиная с момента сборки программы и кончая просмотром результатов анализа массивов данных, состоящих примерно из тысячи событий, составляет 30-60 мин. Время же работы центрального процессора - не более одной минуты.

Заключение

Описанная в работе методика обработки результатов обмера камерных фотографий была проверена на снимках с однометровой жидководородной пузырьковой камеры, полученных при ее облучении в пучке α -частиц.

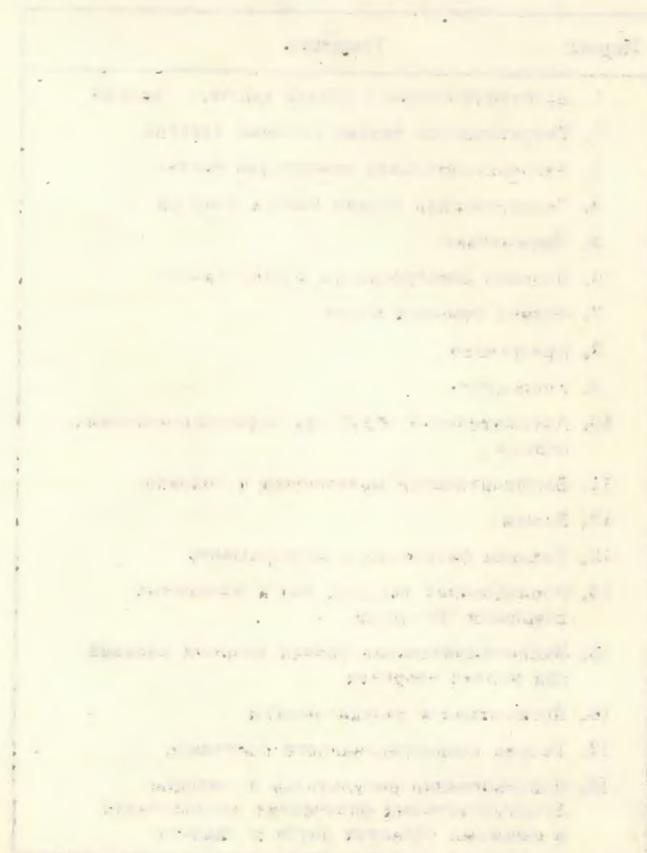
За период с июля по декабрь 1978 г. по указанной схеме было обработано около 16 тыс. событий без потерь машинного времени. Всего на обсчет этой группы событий было затрачено около 33 часов времени работы центрального процессора ЭВМ CDC-6500. Для записи исходных данных и хранения промежуточных результатов счета использовалось не более 5 млн. слов на одном из съемных дисков ЭВМ CDC - 6500.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Н.Н.Говоруно за постоянную помощь и полезные обсуждения.

Литература

1. Иванов В.Г. Д10, II-11264, стр.71, Дубна, 1978.
2. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, Д10, II-11264, стр.401, Дубна, 1978.
3. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, IO-11447, Дубна, 1978.
4. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, IO-11448, Дубна, 1978.
5. Villanoes P. CERN, 71-6, p. 105, Geneva, 1971.

6. Böck R.K. and Zoll J. ОИЯИ, Д10, II-8450, Дубна, 1974. HYDRA Application Library, CERN, Geneva, 1975.
7. Blair W.M.R. CERN, DD/DA/68/12, Geneva, 1968.
8. CDC NOS/EE 1 Reference Manual, Pub. No 60493800. Control Data Corporation, st. Paul, Minnesota, 3-15-77.
9. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-II315, Дубна, 1978.
10. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-I2096, Дубна, 1978.
11. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, P10-II911, Дубна, 1978.



Рукопись поступила в редакционный отдел
22 мая 1979 года