

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 681.142.2:539.12

Б20

10-87-661

БАЛГАНСУРЭН

Ядамын

**ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Специальность 05.13.16 -
применение вычислительной техники
и математических методов в научных исследованиях

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1987

Работа выполнена в Объединенном институте ядерных исследований.

Научный руководитель:
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

В.Г.ИВАНОВ

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук
профессор

И.М.ГРАМЕНИЦКИЙ

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

А.Н.ТОМИЛИН

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Институт физики высоких энергий, г.Серпухов.

Автореферат разослан "09" октябрь 1987 года.

Защита диссертации состоится "12" ноября 1987 г.
в 10³⁰ час. на заседании Специализированного совета Д.047.01.04
при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ,
г.Дубна, Московская область.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

Иваз З.М.Иванченко

Актуальность проблемы. Интенсивное возрастание сложности и информативности экспериментальных исследований, проводимых на ускорителях заряженных частиц, не только не снимает с повестки дня вопросы повышения уровня автоматизации научных исследований в этой области, но и требует существенного сокращения сроков выполнения исследовательских работ, повышения эффективности использования дорогостоящего оборудования, освобождения исследователей от выполнения трудоемких рутинных операций и предоставления им возможностей для более успешного выполнения творческих функций. Решение этих задач требует более широкого применения средств вычислительной техники на всех этапах эксперимента, включая обработку и предварительный анализ получаемых экспериментальных данных.

Одним из основных инструментов для экспериментальных исследований, проводимых в ОИЯИ и сотрудничающих с ним организаций, в области физики высоких энергий являются трековые детекторы с пленочным съемом информации. Так, например, к настоящему времени на всех камерных установках ОИЯИ было получено около 7 млн. стереофотографий, из которых еще не обработано около 2,5 млн. В текущей пятилетке планируется получить около 4 млн. стереоснимков. Таким образом, несмотря на бурное развитие электронных методов регистрации частиц, абсолютные объемы перерабатываемой пленочной информации не падают, а даже имеют тенденцию к некоторому увеличению. Поэтому кардинальное повышение уровня автоматизации всего процесса обработки пленочной информации на основе применения вычислительной техники в наших условиях продолжает оставаться одной из актуальных задач.

Состояние вопроса. Традиционные методы обработки пленочной информации сложились около четверти века тому назад, когда быстрое действие ЭВМ было относительно невелико. Это, естественно, не могло не сказаться на практике анализа пленочной информации, которая затем претерпела не так уж много изменений. Работы по внедрению ЭВМ для математической обработки пленочной информации начались с создания и использования системы универсальных программ. Увеличение числа различного рода трековых детекторов и проводимых с их помощью экспериментов, ввод в эксплуатацию высокопроизводительных измерительных систем, резкое возрастание числа анализируемых в экспериментах событий и необходимость учета их специфических особенностей потребовали

создания систем программ, рассчитанных на решение специализированных задач. Рост числа находящихся в эксплуатации программ потребовал создания соответствующего аппарата, обеспечивающего хранение и поддержание в рабочем состоянии большого числа версий одних и тех же программ. Для решения этой задачи в ОИЯИ была внедрена система

PATCHY^{*)}, машинно-независимый пакет для сопровождения и развития больших, сложных и многовариантных систем программ и упрощения процедуры обмена программами. Следующий этап развития математического обеспечения систем обработки фильмовой информации связан с внедрением в практику программирования модульных принципов организации программ с динамически распределяемой памятью, нашедших свое воплощение в системе "Гидра"^{жж)}. Внедрение этой системы позволило в десятки раз поднять производительность труда программистов, а освободившиеся ресурсы направить на решение задачи комплексной автоматизации камерных экспериментов.

Созданы системы сопровождения обработки фильмовой информации, таких, например, как INDEX^{жжж)}, DACATA^{жжжж)} и т.п., которые хотя и не решили проблему комплексной автоматизации всего процесса в целом, но тем не менее позволили накопить большой опыт в области использования электронно-вычислительных машин для организации и управления отдельными этапами процесса математической обработки экспериментальных данных.

*) Klein H.J. and Zoll J. PATCHY. Reference Manual, revised for version 4.09. Geneva, 1983.

жж) Book R., Pagiola E., Zoll J. HYDRA Topical Manual, Book MQ, Geneva, 1981.

жжж) Letertre C. Program INDEX. In: CERN Computer 6000 series program library. CERN, Geneva, 1970.

жжжж) Белокопытов Ю.А., Каминский Л.Г., Кистенев Э.П. и др. ИФВЭ, ППК-75-129, Серпухов, 1975;
Белокопытов Ю.А., Петровых Л.П., Петровых Д.Л., ИФВЭ, ППК-76-131, Серпухов, 1976.

Дальнейшие работы в этой области были направлены на повышение уровня автоматизации самого процесса обработки фильмовой информации. Был разработан пакетно-интерактивный режим обработки результатов обмера камерных фотографий и создано соответствующее математическое обеспечение^{ж)}. Следующий цикл работ был направлен на облегчение "общения" пользователей с ЭВМ за счет организации программного управления процессом последовательного обсчета данных по заданной цепочке программ и привлечения ЭВМ для предварительного анализа результатов^{жж)}.

Все эти работы позволили повысить уровень автоматизации процесса обработки фильмовой информации на отдельных этапах, но не обеспечили решения проблемы в целом, так как ликвидация отдельных "узких" мест выявляла новые. Результаты этих работ также показали, что без комплексного решения автоматизации и устранения всех узких мест нельзя достигнуть кардинального повышения производительности труда и надежной работы систем обработки фильмовой информации.

Цель работы. Разработка и создание высокоавтоматизированных систем математической обработки фильмовой информации на основе системного подхода к процессу обработки и опыта работы по его частичной автоматизации.

В соответствии с этой целью потребовалось решить следующие задачи:

- на основе системного анализа выявить и устранить "узкие" места традиционной системы обработки;
- обеспечить надежную работу программ обработки данных, устойчивую к внешним сбоям (ненадежная работа ЭВМ, ошибки персонала, фатальные ошибки в исходных данных);
- оптимизировать и упростить процесс математической обработки фильмовой информации;
- организовать программное управление процессом обсчета данных; устранить влияние ошибок, допускаемых людьми при подготовке заданий;
- алгоритмизировать основные операции, выполняемые человеком в системах математической обработки фильмовой информации, и создать на основе выработанных алгоритмов соответствующие программы, позволяющие использовать ЭВМ для выполнения многих трудоемких операций по разбору и анализу результатов счета, ранее выполнявшихся людьми.

Научная новизна. На основе системного анализа традиционного процесса обработки фильмовой информации выявлены "узкие" места и

ж) Бадалян С.Г. ОИЯИ, Р10-12880, Дубна, 1979.

жж) Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, Р10-82-211, Дубна, 1982.

определены пути их устранения. На основе разработанных алгоритмов, имитирующих деятельность человека в системе обработки फिल्मовой информации, созданы программы, позволившие заменить человека при выполнении трудоемких операций. Это позволило создать высокоавтоматизированные системы математической обработки फिल्मовой информации. Предложено оригинальное решение задачи информационного сопровождения процесса обработки फिल्मовой информации и методика его реализации, что позволило полностью автоматизировать процедуру формирования лент суммарных результатов, составления различного рода списков и подведения итогов обработки данных камерных экспериментов.

Реализация. Методики и алгоритмы, разработанные автором, были реализованы в виде программ модульной структуры. Суммарный объем написанных им программ составляет около 12 тыс. операторов ФОРТРАНа. В результате реализации предложенных идей и методов созданы высокоавтоматизированные системы математической обработки फिल्मовой информации для экспериментов с протонами и ядрами гелия, дейтерия и кислорода.

Практическая ценность. Внедрение высокоавтоматизированных систем в практику обработки फिल्मовой информации обеспечило устойчивую к внешним сбоям работу программ, резкое сокращение, а в ряде случаев и полное устранение затрат ручного труда. Вследствие чего календарные сроки получения результатов экспериментов сократились в 3-4 раза. С помощью вышеуказанных систем за последние 1,5 года было обработано 72 тыс. событий α -р-эксперимента и эксперимента с поляризованными дейтронами.

Разработанные методики, алгоритмы и программы целиком или частично могут быть использованы для обработки данных других экспериментов.

Апробация и публикации. Основные материалы, положенные в основу диссертации, опубликованы в работах /1-14/, выполненных автором в 1981-1987 гг. Все основные результаты, рассмотренные в диссертации, подробно докладывались и обсуждались на научных семинарах ЛВГА ОИЯИ, рабочих совещаниях по обработке экспериментальных данных одномоетровой водородной пузырьковой камеры (Дубна, 1983-1987 гг.), международном совещании по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач (Дубна, 1983 г.), VI Европейской летней школе по применению вычислительной техники в физике (ЧССР, 1985 г.), IV Всесоюзном семинаре по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях (Протвино, 1986 г.).

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографии, содержащей 72 наименования. Объем диссертации составляет 140 страниц текста, 22 рисунка, 5 таблиц, приложение.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, рассматриваются основные проблемы и особенности автоматизации процесса обработки फिल्मовой информации, а также формируются основные цели работы и излагается краткое содержание диссертации по главам.

В первой главе описываются традиционная схема организации процесса обработки फिल्मовой информации и проведенный системный анализ данного процесса. На его основе выявлены следующие наиболее "узкие" места традиционных систем:

- физическая интерпретация события, из-за большого размера выдаваемой на печать информации, просмотр которой занимает много времени;
- формирование лент суммарных результатов, из-за использования перфокарт для отбора полезной информации;
- ведение журнала истории обработки событий, из-за увеличения числа используемых в процессе анализа данных, программ и файлов;
- контроль и разбор результатов счета на промежуточных этапах;
- взаимодействие человека с ЭВМ при организации процесса обчета данных по отдельным программам соответствующей цепочки;
- сбой в работе ЭВМ, ошибки персонала при подготовке заданий ЭВМ и их выполнении.

Здесь же рассматриваются работы, ранее выполненные в ОИЯИ, по повышению уровня автоматизации систем математической обработки फिल्मовой информации. На основе результатов проведенных работ и анализе предпринятых ранее мер констатируется, что попытки коренным образом улучшить ситуацию в рамках традиционной методики без существенного изменения самого процесса, его оптимизации и резкого сокращения затрат ручного труда на алгоритмизируемых операциях не обеспечили существенного повышения производительности работы традиционных человеко-машинных комплексов, хотя и позволили резко поднять производительность труда на отдельных этапах.

Результаты проведенного анализа и опыт работ по частичной автоматизации позволили наметить основные пути кардинального повышения эффективности работы систем математической обработки फिल्मовой информации, основанные на сплошной автоматизации всего процесса обработки.

В конце главы описаны основные этапы работ по созданию высокоавтоматизированных систем математической обработки फिल्मовой информации.

Во второй главе рассмотрены методические работы, проведенные в ходе создания высокоавтоматизированных систем. Эти работы были направлены на ликвидацию наиболее узких мест процесса обработки и его оптимизацию на основе широкого использования возможностей современных ЭВМ. Для этого были разработаны методика программного отбора физических гипотез с учетом визуальных оценок ионизации треков, производимых при предварительном просмотре, и методика информационного сопровождения процесса обработки फिल्मовой информации. Первая позволила ликвидировать одно из самых узких мест процесса обработки, резко увеличить производительность труда в ходе физической идентификации обрабатываемых событий, вторая решила задачу информационного сопровождения этого же процесса, основываясь на программном ведении журнала истории обрабатываемых событий. Новая методика информационного сопровождения процесса обработки फिल्मовой информации отличается от традиционных (основанных на системах INDEX, DACATA, STATUS) тем, что в ней предусмотрено хранение истории обработки вместе с основными результатами анализа, а не отдельно от них. Это позволило использовать файлы результатов для получения информации о текущем состоянии дел. Разработанные методики позволяют произвести отбор и перепись данных на ленты суммарных результатов практически без затрат ручного труда и подводить итоги обработки данных камерных экспериментов с помощью специальной программы. Последняя, сопоставляя данные, хранящиеся в журнале и на файле результатов просмотра, составляет разного рода списки и выдает необходимые статистические данные по каждой пленке и всему эксперименту в целом. Полученные данные также используются для обнаружения систематических ошибок в процессе измерения и обработки फिल्मовой информации.

В этой же главе описывается процедура стандартизации исходных данных для систем математической обработки फिल्मовой информации. Дело в том, что одно из узких мест процесса обработки फिल्मовой информации в ОИЯИ обусловлено наличием в ОИЯИ нескольких измерительных систем (НРД, ЛУОС, СИ, АЭЛГ), работающих на линии с разнотипными ЭВМ (СДС-1604А, "Электроника-100" и СДС-6500, БЭСМ-4 или ЕС-1033). Вследствие этого исходные данные, поступающие на вход системы математической обработки, отличаются не только формой представления чисел, но и форматами записей. Также целесообразно упорядочить измеренные события по их номерам и оценить качество измерений изображений элементов событий и опорных точек снимков с тем, чтобы своевременно выявлять грубые ошибки в измеренных данных или константах, задаваем

ых программой реконструкции. В связи с этим были разработаны специальные программы, предназначенные для преобразования результатов измерений в стандартный формат, упорядочивания измерений по номерам событий и проверки качества измерений. Их последовательный вызов осуществляется с помощью специальной процедуры языка управления заданиями.

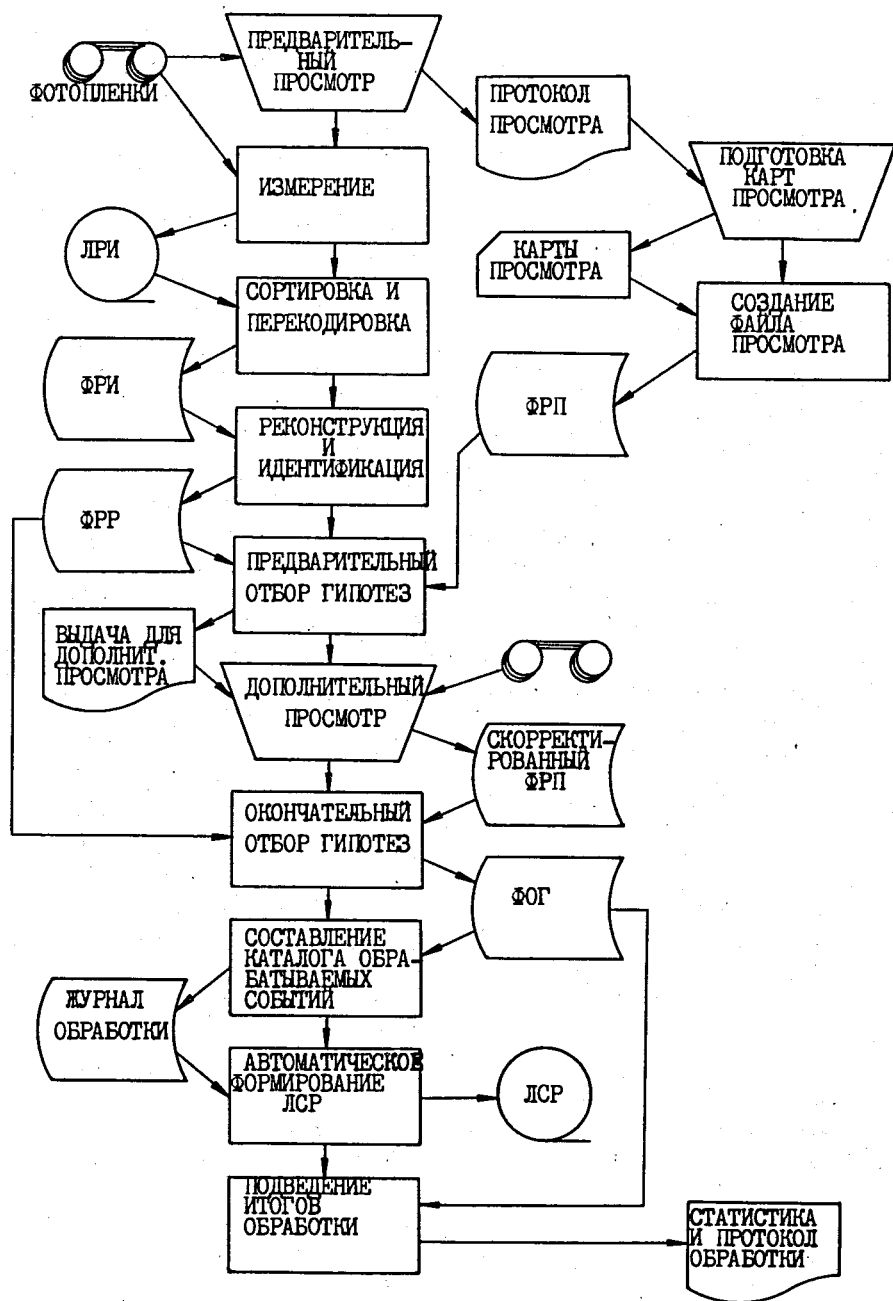
Третья глава посвящена описанию высокоавтоматизированных систем математической обработки फिल्मовой информации для экспериментов, производимых в ЛВЭ ОИЯИ. Сначала, как прототип такого рода систем, описывается высокоавтоматизированная система для α p-эксперимента. Затем рассматриваются основные изменения и усовершенствования прототипа с учетом особенностей экспериментов с поляризованными дейтронами и ядрами кислорода.

Принципиальная схема процесса обработки फिल्मовой информации показана на рисунке. На этапе предварительного просмотра фотопленок находятся и фиксируются случаи исследуемых взаимодействий, а также производится визуальная оценка плотностей почернения изображений вторичных треков событий. Результаты просмотра записываются на специальные бланки, а затем переносятся на машинные носители информации.

Измерения камерных фотографий производятся в основном на сканирующем автомате НРД и полуавтоматической измерительной системе. Результаты измерений (координаты элементов событий и опорных точек стереоснимков, снабженные соответствующими метками) записываются на магнитные ленты (ЛРИ), которые, наряду с файлом результатов просмотра (ФРП), являются исходными данными для последующего анализа. Дальнейшая обработка производится в следующей последовательности:

1. Результаты измерений упорядочиваются по номерам событий, переводятся в стандартный формат и записываются на файл результатов измерений (ФРИ). После этого оцениваются погрешности измерений изображений элементов событий и опорных точек снимков. Эти данные позволяют оценить качество измерений данного массива событий.

2. Производится восстановление пространственной картины измеренных событий и кинематическая идентификация результатов реконструкции. Эта операция выполняется с помощью программы ГЕОКИН. Результаты реконструкции записываются на диск (ФРР). Для того чтобы упростить процедуру ведения "журнала" истории обработки событий, на файл результатов программы ГЕОКИН записывается информация обо всех обсчитанных событиях. Если событие хорошее, т.е. восстановлены все треки и после кинематической идентификации имеется одна или несколько гипотез, то для него результат записи состоит из двух логических записей: заголовка и основного массива данных. Если же событие было забраковано, то записывается только заголовок с указанием кода ошибки. Ана-



логичная ситуация имеет место и для всех остальных программ, начиная с формирования ФРИ. Таким образом, на файлах результатов всегда имеется информация о всех поступивших на вход системы событиях и причинах браковки каждого отброшенного измерения. Поскольку обсчет одной ЛРИ или ее части обычно производится за несколько сеансов счета на ЭВМ, программа ГЕОКИН устанавливает файлы исходных данных и результатов счета в нужные позиции, автоматически обеспечивая пропуск нужного числа событий на входе и объединение результатов счета двух последовательных сеансов. Такое расширение возможностей программы и "перехват" фатальных ошибок, включенный в уже упоминавшуюся процедуру, позволили наладить практически безаварийную работу программы и автоматически организовать продолжение счета при ошибках операторов, сбоях в работе ЭВМ и фатальных ошибках в исходных данных.

3. Результаты реконструкции анализируются специальной программой, которая на основе заданных ей критериев для отбора физических гипотез (значений вероятностей, недостающих масс, импульсов и т.п.) и визуальных оценок "ионизации" вторичных частиц событий определяет число надежно идентифицируемых событий, а обо всех остальных выдает на печать информацию, позволяющую при дополнительном просмотре принять решение о "судьбе" каждого из них.

4. В ходе дополнительного просмотра проверяется правильность программной идентификации событий, находятся ошибки в результатах просмотра, разрешаются неопределенные для программы ситуации. На основе результатов дополнительного просмотра производится коррекция ФРП.

5. Автоматизированное формирование ЛСР производится следующим образом.

Сначала производится автоматический отбор физических гипотез. Исходными данными для этой операции являются набор файлов ФРП и скорректированный файл результатов просмотра. Отобранные гипотезы записываются на специальный файл - файл отобранных гипотез (ФОГ) - вместе с информацией о забракованных событиях. Затем с помощью этих файлов формируется журнал истории обрабатываемых событий, в который включаются заголовки всех поступивших в систему событий. На этой стадии с помощью специальной программы можно получить любые нужные для анализа данных списки (хорошо измеренных событий, плохо измеренных событий с указанием причин браковки, событий, которые нужно перемерить, или событий, которые были измерены несколько раз и дошли до конца, событий, найденных при просмотре, но не поступивших на вход системы).

После этого полезная информация с дисковых файлов ФОГ переписывается на ЛСР. В ходе этой переписки автоматически исключаются повторные измерения одних и тех же событий.

Обработка повторных измерений, первоначально забракованных событий ведется точно по такой же схеме, что и основных.

Указанные ранее списки можно получать на любом этапе процесса обработки, начиная с результатов реконструкции. Однако практика показала, что лучше это делать после исправления результатов просмотра, либо после программного отбора с учетом визуальных оценок ионизации.

Такова в общих чертах процедура обработки फिल्मовой информации в рамках высокоавтоматизированной системы. Новая система отличается от предшествующих комплексным решением задачи автоматизации процесса обработки, устойчивостью к внешним сбоям, минимальным участием человека в процессе анализа данных, простой технологической схемой, единой как для основной массы измеренных событий, так и перемеров; простотой общения пользователей с ЭВМ, оригинальным решением задачи информационного сопровождения процесса обработки. Это стало возможным после проведения работ по алгоритмизации деятельности человека в системе обработки и создания соответствующих программ, позволивших заменить труд человека при выполнении трудоемких операций.

В этой же главе описана автоматизированная система математической обработки данных с гибридного спектрометра (ГИЭС).

Особенностью информации, получаемой на этой установке, является то, что в ней содержатся события как инклюзивного, так и эксклюзивного типа, а для математической обработки планируется также использовать данные с электронных детекторов.

В таблице 1 приведены ориентировочные данные о затратах времени ЭВМ CDC-6500 на различных этапах работы, соотнесенные к десяти тысячам событий.

В таблице 2 приведены данные о ресурсах памяти на внешних носителях информации, требуемых для проведения основных этапов математической обработки फिल्मовой информации.

Размеры файлов с входными данными и результатами счета приведены в расчете на тысячу событий. А размер памяти на магнитном диске, требуемый для работы программы, задан с учетом максимального размера используемых в них основных и рабочих файлов.

В конце главы рассматриваются вопросы "общения" пользователей с системой.

В высокоавтоматизированной системе общение человека с ЭВМ организовано с помощью небольшого набора управляющих процедур. Последние позволяют произвести обсчет данных отдельными цепочками программ, при этом передача управления от одной программы к другой стала производиться автоматически. Кроме того, в этих процедурах предусмотрены автоматическое продолжение счета при многосеансовой обработке

Таблица 1

Этап	Время центрального процессора, мин	Время периферийных процессоров, мин	Число сеансов счета на ЭВМ
Формирование ФРП	50	30	10
Формирование ФРИ	160	80	5-10
Реконструкция и кинематическая идентификация	900	1100	20-50
Отбор гипотез	180	110	10ж2
Создание журнала обработки	8	5	2
Перепись на ЛСР	36	20	2
Подведение итогов эксперимента	3	2	2

Таблица 2

Этап	На магнитном диске			Число магнитных лент для обработки 20 тыс. событий
	входные данные, Мбайт	файл результатов, Мбайт	для работы программы, Мбайт	
Формирование ФРП	-	0,03	7,2	10-20
Формирование ФРИ	-	6,00	26,4	-
Реконструкция и идентификация	6,00	8,00	57,6	20-40
Отбор гипотез	8,00	3,2-1,6	45,6	5-8
Создание журнала обработки	3,2	0,08	24,0	-
Перепись на ЛСР	3,2	-	30,0	4-5
Подведение итогов эксперимента	0,03-0,08	-	2,2	-

одного и того же массива данных, перехват фатальных ошибок, контроль ресурсов, необходимых для проведения того или иного этапа обработки, и организация работ с файлами.

Четвертая глава начинается с описания базы для создания программного обеспечения систем обработки फिल्मовой информации. Далее описывается часть программного обеспечения, которая была создана специально для высокоавтоматизированных систем. В ее состав входят следующие компоненты:

- программа ведения файла результатов просмотра в пакетном и интерактивном режимах;
- программы стандартизации и проверки исходных данных;
- программы для отбора физических гипотез с учетом визуальных оценок ионизации треков;
- программа ведения журнала истории обработки событий;
- программа для автоматического формирования лент суммарных результатов;
- программа подведения итогов обработки данных камерного эксперимента.

Перечисленные компоненты программного обеспечения являются результатами программной реализации тех методик и алгоритмов, которые были разработаны для высокоавтоматизированных систем математической обработки फिल्मовой информации.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

На основе произведенного автором комплексного системного анализа были выявлены "узкие" места традиционных систем обработки फिल्मовой информации и разработаны пути их устранения за счет алгоритмизации деятельности человека в этом процессе и оптимизации последнего. На этой базе были созданы высокоавтоматизированные системы математической обработки результатов измерений камерных фотографий, позволившие повысить скорость анализа экспериментальных данных в 3-4 раза за счет широкого внедрения ЭВМ в практику решения различного рода задач процесса обработки и резкого сокращения, а в ряде случаев и полного устранения затрат ручного труда на его алгоритмируемых этапах. За полтора года работы с помощью этих систем было обработано около 72 тыс. событий α -р-эксперимента и экспериментов с поляризованными дейтронами и ядрами кислорода. Срок математической обработки массива данных, ~20 тыс. измеренных событий, в среднем составляет 4 месяца. Обработка такого же числа событий с помощью традиционной системы занимала 1,5-2 года.

В ходе создания высокоавтоматизированных систем были решены следующие методические задачи, представляющие самостоятельный научный интерес:

- алгоритмизирована деятельность человека на основных этапах процесса обработки फिल्मовой информации;

- разработана и реализована оригинальная и простая в эксплуатации методика информационного сопровождения процесса обработки फिल्मовой информации, позволяющая:

а) сократить число программ, используемых для создания и применения журнала истории обработки событий,

б) создать автоматизированную процедуру формирования лент суммарных результатов,

в) подводить итоги обработки данных камерного эксперимента программным путем;

- разработана и реализована методика программного отбора физических гипотез с учетом визуальных оценок ионизаций треков, производимых при предварительном просмотре.

На основе разработанных методик и алгоритмов были созданы специализированные программы, предназначенные для отбора физических гипотез с учетом визуальных оценок ионизации треков при предварительном просмотре, программного ведения журнала истории обработки событий, автоматического формирования лент суммарных результатов, подведения итогов камерного эксперимента, ведения файла просмотра в интерактивном режиме, ввода, контроля, упорядочивания и стандартизации исходных данных. Объем созданных автором программных компонентов составляет 12 тыс. операторов ФОРТРАНа из общего числа 88 тыс. операторов программного обеспечения систем.

Разработанные методики, алгоритмы и программы целиком или частично могут быть использованы для обработки данных других экспериментов.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Балгансурэн Я., Буздавина Н.А., Глаголев В.В., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Первушов В.В. К вопросу программного сопровождения процесса обработки फिल्मовой информации. - В кн.: Труды международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. ОИЯИ, Д10, И1-84-818, Дубна, 1985, с.330-332.
2. Балгансурэн Я., Глаголев В.В., Говорун Н.Н., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Первушов В.В., Пестова Г.Д., Хачатрян А.А.. Методика программного отбора физических гипотез. ОИЯИ, IO-85-510, Дубна, 1985, - 14 с.
3. Балгансурэн Я., Буздавина Н.А., Глаголев В.В., Говорун Н.Н., Дирнер А., Дорж Л., Забой Т.И., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Кротов А.П., Миролюбов В.П., Первушов В.В., Шелонцев И.И., Хачатрян А.А.

- Высокоавтоматизированная система математической обработки филь-
мовой информации. ОИЯИ, Р10-85-516, Дубна, 1985, - II с.
4. Балгансурэн Я., Глаголев В.В., Говорун Н.Н., Иванов В.Г.,
Качарава А.К., Первушов В.В., Пестова Г.Д., Хачатрян А.А.
Алгоритм для автоматического выбора физических гипотез на основе
результатов предварительного просмотра. ОИЯИ, Р10-86-412, Дубна,
1986, - IO с.
 5. Балгансурэн Я., Белушкина А.А., Безногих Д.Д. и др. Синхрофазот-
рон ОИЯИ. Работа и совершенствование (III квартал 1985). ОИЯИ,
9-86-418, Дубна, 1986, - 3 с.
 6. Абдурахимов А.У., Балгансурэн Я., Буздавина Н.А., Говорун Н.Н.,
Гоман В.С., Иванов В.Г., Матюшин А.Т., Охрименко Л.С., Саитов И.С.
Автоматизированная система математической обработки данных с
гибридного спектрометра. ОИЯИ, Р10-86-612, Дубна, 1986, - 6 с.
 7. Балгансурэн Я., Буздавина Н.А., Глаголев В.В., Говорун Н.Н.,
Дирнер А., Забой Т.М., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Качарава А.К.,
Кретов А.П., Миролобов В.П., Первушов В.В., Шелонцев И.И.
Высокоавтоматизированная система математической обработки фильмо-
вой информации для экспериментов с поляризованными дейтронами.
ОИЯИ, Р10-86-706, Дубна, 1986, - 8 с.
 8. Балгансурэн Я., Глаголев В.В., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Качарава
А.К., Первушов В.В., Пестова Г.Д. Программное подведение итогов
камерного эксперимента. ОИЯИ, Р10-86-804, Дубна, 1986, - 9 с.
 9. Балгансурэн Я., Буздавина Н.А., Глаголев В.В., Говорун Н.Н.,
Дорж Л., Забой Т.И., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Кретов А.П.,
Миролобов В.П., Первушов В.В., Шелонцев И.И. Автоматизированная
процедура формирования лент суммарных результатов в камерном
эксперименте. ОИЯИ, Р10-86-805, Дубна, 1986, - 8 с.
 10. Балгансурэн Я., Буздавина Н.А., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Перву-
шов В.В., Эрдэнэдэлгер Т. Процедура ввода и контроля исходных
данных в системе математической обработки фильмовой информации.
ОИЯИ, Р10-86-806, Дубна, 1986, - 9 с.
 11. Балгансурэн Я. Программное ведение журнала истории обработки
событий в камерном эксперименте. ОИЯИ, Р10-87-241, Дубна, 1987,
-IO с.
 12. Балгансурэн Я., Дирнер А., Иванов В.Г. Подсистема обработки,
хранения и редактирования результатов просмотра камерных фотогра-
фий. ОИЯИ, Р10-87-242, Дубна, 1987, - 6 с.
 13. Балгансурэн Я., Глаголев В.В., Говорун Н.Н., Дирнер А., Иванов В.Г.
Пути повышения эффективности работы систем обработки фильмовой
информации. ОИЯИ, Р10-87-243, Дубна, 1987, - IO с.

14. Абдурахимов А.У., Балгансурэн Я., Буздавина Н.А., Говорун Н.Н.,
Глаголев В.В., Дирнер А., Заикина А.Г., Иванов В.Г., Первушов В.В.
Высокоавтоматизированные системы математической обработки
данных камерных экспериментов. - В кн.: Четвертый всесоюзный
семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике
и смежных областях. Тезисы докладов. Протвино, 1986, с.72-73.

Рукопись поступила в издательский отдел
I сентября 1987 года.