

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

3018/82

28/VI-82

P10-82-211

В.В.Глаголев, Н.Н.Говорун, А.Дирнер,
В.Г.Иванов, А.П.Кретов, В.П.Миролюбов,
В.В.Первушов, И.И.Шелонцев

ПРОГРАММНО УПРАВЛЯЕМАЯ СИСТЕМА
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
 α p-ЭКСПЕРИМЕНТА

1982

Современные системы обработки фильмовой информации являются большими и сложными человеко-машинными комплексами, в которых ЭВМ используются в основном для управления процессом измерений и проведения вычислений. Основная же работа по организации процесса обработки, разбору и анализу результатов счета производится людьми. Вследствие этого реальные возможности систем обработки зачастую определяются не производительностью измерительных устройств и ЭВМ, а тем количеством информации, которую в состоянии проанализировать соответствующие группы экспериментаторов.

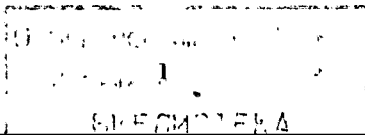
Для повышения производительности систем обработки фильмовой информации путем сокращения затрат ручного труда в ЛВТА ОиЯИ была разработана программируемая управляемая система, обеспечивающая обсчет данных под управлением ЭВМ. Внедрение этой системы в практику обработки данных α Р -эксперимента на ЭВМ CDC-6500 ^{1/} позволило свести к минимуму процесс подготовки заданий для ЭВМ и обеспечить быструю и эффективную обработку больших массивов информации.

Данное сообщение посвящено описанию этой системы и вопросам ее дальнейшего развития.

§ I. Основные недостатки традиционной системы обработки фильмовой информации

Система обработки фильмовой информации в ОиЯИ создавалась на протяжении ряда лет и постепенно совершенствовалась по мере ввода в строй новых измерительных систем, электронных вычислительных машин и развития их математического обеспечения.

Оснащение ОиЯИ высокопроизводительными автоматами ^{2-4/} для обмера камерных фотографий и мощными ЭВМ ^{5/} позволило резко увеличить число ежегодно обрабатываемых событий. Однако традиционные методы обработки получаемых результатов и связанные с этим большие затраты ручного труда на разбор и анализ результатов счета, а также идентификацию событий, не позволяют полностью использовать имеющиеся возможности.



Рассмотрим в самых общих чертах традиционную систему обработки фильмовой информации и ее основные недостатки.

Упрощенная схема организации процесса математической обработки результатов измерений с однометровой жидководородной камеры ОИЯИ/6/ показана на рис. 1.

На начальном этапе определяются номера фотоленок, которые будут обрабатываться в ОИЯИ, и составляется временный каталог обрабатываемых событий. В нем фиксируются результаты прохождения каждым событием различных этапов процесса анализа (просмотр, измерения, счет по программе GEOKIN, запись на ленту суммарных результатов).

Затем производится просмотр фотоленок, в ходе которого находят-ся стереоснимки с событиями нужных типов. Результаты просмотра фиксируются на специальных бланках, с которых в дальнейшем переносятся на перфокарты и вводятся в ЭВМ для последующей обработки. После ее завершения временный каталог обрабатываемых событий преобразуется в постоянный.

На основе результатов просмотра составляются и передаются в отдел измерений списки событий, которые следует обмерять на сканирующем автомате типа HPD /7/ и полуавтоматах PUOS /8/. Результаты измерений или сканирования стереоснимков после обработки по соответствующим программам записываются на магнитные ленты и передаются в физические группы.

После этого начинается математическая обработка результатов измерений, которая производится в следующей последовательности.

- Информация с магнитной ленты с измерениями (MST - Measurement Summary tape) копируется на магнитный диск, а в каталоге фиксируются поступившие события. Данные с полуавтоматических измерительных устройств перед записью на диск обрабатываются по программе TINPUT /9/.
- Восстановление пространственной картины и кинематическая идентификация событий, измеренных на сканирующем автомате и полуавтоматах, производится соответственно с помощью двух версий программы GEOKIN /1/. Обсчет данных с файла измеренных событий (MSF - Measurement Summary file) ведется, как правило, небольшими группами (около ста и более событий в каждой). Результаты счета записываются на диск (KSF- Kinematics Summary file) и выдаются на печать. Кроме того, на каждую фитированную гипотезу (когда либо нет нейтральных частиц, либо есть только одна) выдается специальная карта отбора (slice card). Гипотезы с двумя или большим числом нейтральных частиц относятся к классу нефитированных. Для них на каждое событие выдается только одна карта отбора.

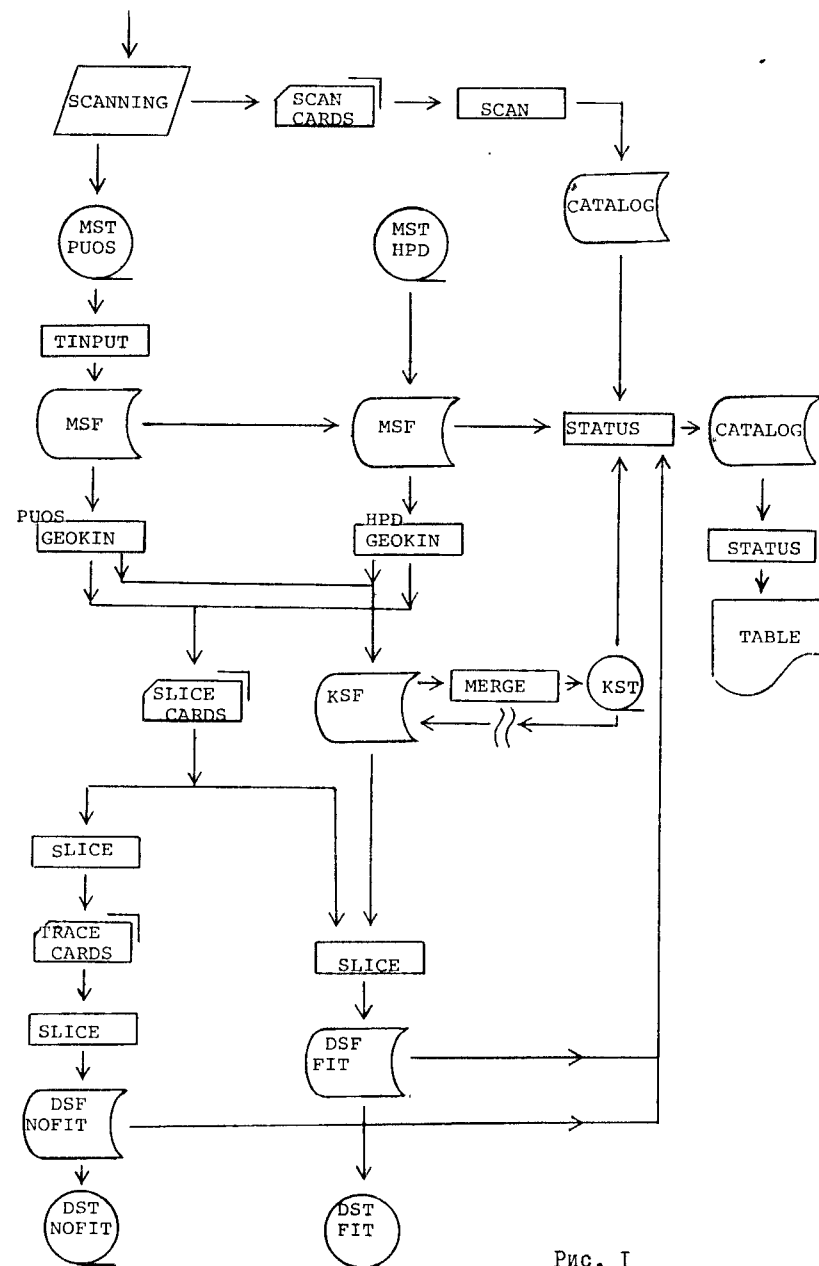


Рис. 1

- Результаты счета объединяются в один файл и по мере необходимости переписываются с диска на магнитную ленту (KST - Kinematics Summary tape).
- Затем производится идентификация событий, в ходе которой физики-экспериментаторы на основе просмотра результатов счета и фотопленок отбирают гипотезы, которые удовлетворяют заданным критериям и для которых наблюдаемая на снимках ионизация треков не противоречит вычисленной.
- На основе результатов идентификации лаборанты физических групп извлекают соответствующие карты отбора, с помощью которых затем производится формирование лент суммарных результатов (DST-Data Summary tape) программой SLICE /I/.

Что же касается событий, в которых имеются только нефитированные гипотезы, то их обработка ведется следующим образом:

- Сначала для каждого события из имеющегося массива перфокарт извлекаются карты отбора, по одной на событие. Затем с их помощью для каждой из гипотез создается специальная карта отбора (trace card), на которой указывается служебная информация, номер гипотезы, а также коды частиц.
- Из полученных таким образом карт отбора выбираются только те, которые удовлетворяют заданным критериям и для которых визуальная оценка ионизации заряженных частиц не противоречит вычисленной. Формирование ленты суммарных результатов для этого класса событий производится также программой SLICE.

Такова в самых общих чертах традиционная процедура математической обработки результатов измерений камерных фотографий (α p - эксперимент). Она построена на принципах, которые в основном были разработаны много лет тому назад, когда число анализируемых событий было невелико и экспериментаторы имели возможность контролировать качество и достоверность данных по мере их получения.

В настоящее время, когда ежегодно обрабатываются десятки тысяч событий, сложность процесса математической обработки, большие затраты ручного труда на разбор и анализ получаемых результатов являются в ОИЯИ основными факторами, затягивающими сроки обработки и усложняющими ее. Кроме того, отсутствие постоянного оперативного контроля на основных этапах процесса обработки не позволяет своевременно выявлять ошибки в исходных данных или неверное выполнение заданий. Вследствие этого часть данных приходится обрабатывать повторно.

Таким образом, основные трудности процесса математической обработки फिल्मовой информации обусловлены следующими факторами:

- многоступенчатостью, которая усугубляется тем обстоятельством, что счет ведется, как правило, небольшими партиями событий;
- частыми выходами на ЭВМ и необходимостью ведения оперативного журнала обработки, в котором фиксируются номера магнитных лент и названия файлов с исходными данными и результатами счета, текущее состояние обработки и т.п.;
- большими затратами ручного труда при подготовке заданий;
- отсутствием постоянного оперативного контроля исходных данных и получаемых результатов в процессе массовой обработки;
- наличием нескольких измерительных систем, для учета специфических особенностей которых приходится иметь специальные версии программы GEOKIN, а также вести обсчет по различным цепочкам программ;
- существованием двух параллельных ветвей на этапах идентификации и формирования лент суммарных результатов.

Для устранения этих трудностей были предприняты усилия по повышению уровня автоматизации процесса математической обработки результатов измерений камерных фотографий: в частности, для α p - эксперимента была создана программно-управляемая система ZEUS, структура и функционирование которой описаны ниже.

§ 2. Назначение и структура системы ZEUS

Основное назначение системы ZEUS - под управлением ЭВМ обеспечить последовательный обсчет данных по заданной цепочке программ, начиная с копирования содержимого ленты с исходными данными на диск и кончая записью результатов на магнитную ленту. В ходе этого процесса пользователь при обращении к ЭВМ указывает выделенный ему для работы ресурс времени, а также в случае необходимости номер магнитной ленты, на которой хранятся исходные данные или на которую нужно записать результаты счета.

Имеющиеся в настоящее время программное обеспечение обработки फिल्मовой информации является комплексом прикладных программ или же по своей организации, пакетом прикладных программ простой структуры^{/10/}. Решение отдельных задач производится автономными программами, с фиксированной последовательностью обращений к ним, оформленных в виде самостоятельных заданий. На первом этапе это была классическая цепочка программ THRESH-GRIND-SLICE-SUMX^{/11/}. В настоящее время для об-

работки камерных снимков αp -эксперимента используется модернизированная цепочка программ GEOKIN-SLICE-SUMX /1/.
/1/.

Обмен информацией между программами в данном случае производится через внешнюю память ЭВМ, а управление - посредством языка управления заданиями операционной системы /12/.

Для создания программно-управляемой системы в виде классического пакета прикладных программ /10/ потребовалась бы существенная переделка имеющегося уже программного обеспечения, и его применение для обработки данных с других экспериментов было бы весьма ограниченным. Поэтому было решено на первом этапе работ по созданию автоматической системы математической обработки камерных снимков ограничиться разработкой надстройки над имеющимся программным обеспечением, не затрагивая последнее.

В основу разработанной системы были положены следующие принципы:

- минимальной модификации имеющегося программного обеспечения, с помощью которого ведется массовая обработка данных;
- самоорганизации процесса обработки данных системой;
- универсальности созданных инструментальных средств;
- максимального сокращения затрат ручного труда в процессе обработки.

В результате ее реализации была создана система в виде пакета прикладных программ сложной структуры с фиксированной последовательностью обращения к его программам. В систему входят следующие элементы:

- управляющая программа (ZEUS),
- справочный файл (DIRECTORY),
- комплекс прикладных программ,
- входной язык,
- банк данных,
- документация.

Рассмотрим назначение каждого из этих элементов и их взаимосвязь (рис. 2).

Управляющая программа обеспечивает настройку системы на заданный комплекс прикладных программ и организует выполнение вычислительного процесса в соответствии с фиксированной последовательностью технологических операций (графом выполнения технологических операций).

Справочный файл включает в себя оперативный журнал, в котором хранятся данные о текущем состоянии процесса обработки (оперативный архив системы), граф выполнения технологических операций данного

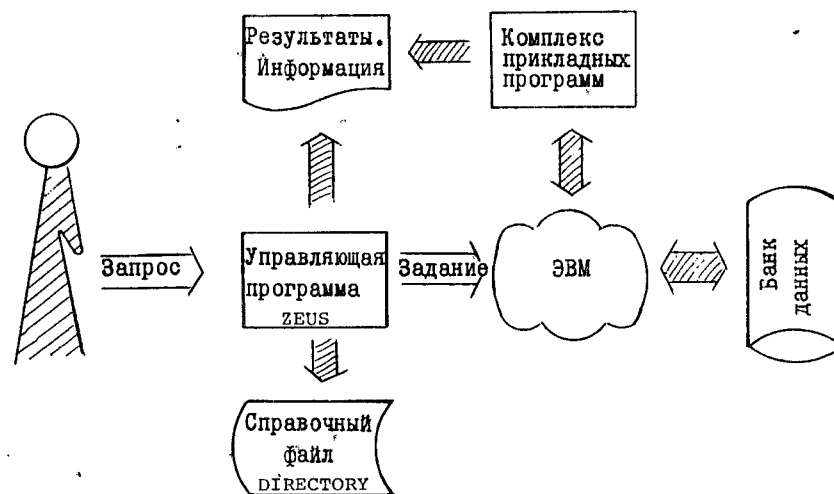


Рис. 2. Структурная взаимосвязь компонент системы ZEUS.

комплекса прикладных программ и библиотеку управляющих процедур для выполнения отдельных технологических операций на языке управления заданиями операционной системы.

Комплекс прикладных программ представляет собой функциональное наполнение системы, с помощью которого ведется массовый обсчет данных, и состоит из автономных программ с фиксированной последовательностью обращения к ним.

Входной язык системы состоит из ряда простых директив, предназначенных для инициализации работы системы ZEUS (настройки ее на заданный режим работы) и организации счета.

Под банком данных в данном случае понимается совокупность данных различной структуры, состоящих из файлов на дисках и лентах, которые содержат исходные данные, промежуточные и окончательные результаты счета, "титულную" (служебную) информацию для комплекса прикладных программ и документацию.

§ 3. Функционирование системы ZEUS

На этапе подготовки к работе с системой ZEUS необходимо составить список магнитных лент, на которые будут записываться результаты обмера стереоснимков с указанием названия измерительного прибора (НРД, полуавтоматы, спиральный измеритель), а также промежуточ-

ные и окончательные результаты счета. Эти данные нужны для заказа магнитных лент, выбора нужных вариантов программ, учитывающих специфику конкретной измерительной системы, и устранения возможности повторного обсчета данных или использования "чужих" магнитных лент.

На стадии инициализации системы создается справочный файл, содержащий оперативный архив системы, который постоянно обновляется в процессе обработки, и граф выполняемых технологических операций (ГВТО).

В оперативном архиве хранятся списки магнитных лент с указанием их номеров, типа и назначения, а также данные, необходимые для организации счета (число событий с исходными данными или результатами счета, число уже обработанных событий).

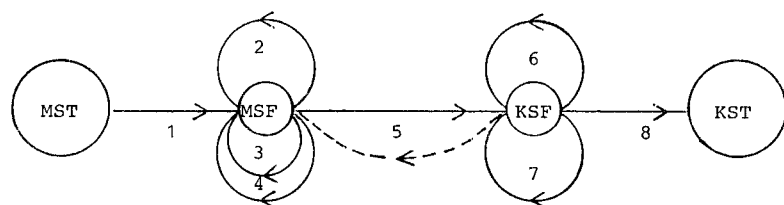


Рис. 3. Пример ГВТО для α_p -эксперимента.

С помощью этого графа задается последовательность выполнения следующих технологических операций:

1. Обсчет результатов измерений по программе TINPUT и запись результатов счета на диск;
2. Занесение в каталог обрабатываемых событий информации о поступивших данных;
3. Проверка входного формата результатов измерений;
4. Оценка числа хорошо измеренных событий;
5. Реконструкция событий по программе GEOKIN (циклическая обработка);
6. Проверка результатов реконструкции событий;
7. Обновление каталога обрабатываемых событий;
8. Перепись результатов обработки событий с диска на ленту.

Инициализация системы производится с помощью колоды пользователя, составляемой по следующему образцу:

```

JOB-card .
ACCOUNT-card.
REDUCE.
ATTACH, ZEUS, ID=LCTIVA.
ZEUS.
BEGIN, ZEUS, START.
      EOF
*ZEUS
*CHAMBER, VPK100.
*EXPERIMENT, 45.
*NEWTAPE, DUMMY, VSN=91928/91938.
*NEWTAPE, MSTPUOS, VSN=94923, 94937, 94939.
*ZEND
      EOF
  
```

Поясним назначение директив:

- *ZEUS - первая директива обращения к системе;
- *ZEND - директива окончания работы системы;
- *CHAMBER, VPK100 - определяет тип пузырьковой камеры, в данном примере - односторонняя пузырьковая камера ОИИИ;
- *EXPERIMENT, 45 - задает номер эксперимента (сванса);
- *NEWTAPE, lfn, VSN=vstape - задает номер и логическое имя используемых лент.

Логическое имя ленты может иметь следующие значения:

- DUMMY - рабочая магнитная лента;
- MSTPUOS - магнитная лента результатов измерений (MSTPRD) на полуавтоматах (сканирующем автомате);
- KST - магнитная лента кинематических результатов (результатов реконструкции по программе GEOKIN).

Параметр VSN - определяет номер магнитной ленты.

На одной перфокарте можно задавать и несколько магнитных лент:

- VSN=vstape1, vstape2, ... - последовательность нескольких магнитных лент;
- VSN=vstape1/vstapeN. - первая и последняя лента последовательности лент.

После завершения инициализации системы, а также после каждого обращения к ней на печать выдается следующая информация для пользователя:

- название процедуры, которая должна выполняться в автоматическом режиме при следующем обращении к системе;
- напоминание пользователю о требующихся ресурсах (время, магнитная лента).

При последующих вызовах пользователю требуется составить задание системе ZEUS по следующему образцу (автоматический режим):

```
*ZEUS
*CHAMBER, VPK100
*EXPERIMENT, 45.
*ZEND
```

Помимо автоматического режима, для системы ZEUS возможен также и автономный режим обработки данных. Для этого ей нужно указать название соответствующей процедуры выполнения:

```
*PROCEDURE, name., name - имя процедуры,
или магнитную ленту с исходными данными:
```

```
*TAPIN, lfn, VSN=vstape.,
```

или магнитную ленту для записи результатов счета:

```
*TAPOUT, lfn, VSN=vstape.,
```

а также любую их комбинацию. В связи с тем, что порядок обработки данных задан в ГВТО, указание логического имени магнитной ленты определяет соответствующую процедуру обработки следующего шага.

§ 4. Пути дальнейшего развития системы

Применение программно-управляемой системы ZEUS для математической обработки результатов измерений камерных фотографий, получаемых в α p-эксперименте, показало правильность выбранного пути дальнейшей автоматизации процесса обработки फिल्मовой информации. Создание этой системы, его первого опытного варианта, позволило не только наладить массовую обработку данных под управлением ЭВМ, но открыло широкие возможности для дальнейшей автоматизации систем обработки и, в частности, этапа математической обработки फिल्मовой информации. Развитие этой системы позволит осуществить постепенный переход от автоматизированных к автоматическим системам /13/.

Система ZEUS является надстройкой над имеющимся комплексом прикладных программ для α p-эксперимента /1/ и при изменении последнего требуется лишь изменение графа выполняемых технологических операций и составления или модификации управляющих процедур на языке управления заданиями. Это обеспечивает постепенное развитие системы и пополнения соответствующего комплекса прикладных программ новыми программами по мере их создания.

Для обеспечения полной автоматизации процесса математической обработки результатов измерений камерных фотографий необходимо решить следующие задачи:

- расширить функциональные возможности созданной системы за счет обеспечения оперативного взаимодействия отдельных программ комплекса прикладных программ с помощью программных интерфейсов через справочный файл системы;
- разработать математическую модель управления процессом обработки (критерии для оценки качества и достоверности измерений и результатов счета) и создать соответствующее программное обеспечение с тем, чтобы обеспечить программный контроль за получаемыми данными под управлением ЭВМ;
- реализовать полную автоматизацию отдельных этапов процесса математической обработки फिल्मовой информации (например, устранение параллельной обработки данных на разных этапах, простота обслуживания отдельных программ);
- осуществить полную модификацию математического обеспечения системы обработки в рамках модульной системы программирования "Гидра" /14/, включая стандартизацию процедуры обмена данными между программами комплекса прикладных программ, на базе специализированного FORTRAN-формата /14/. Это позволит существенно упростить организацию работы банка данных системы ZEUS и ее обслуживание.

Реализация всего этого позволит существенно повысить эффективность работы систем обработки फिल्मовой информации, существенно сократить затраты ручного труда сотрудников физических групп при массовой обработке данных.

В заключение авторы выражают благодарность А.А.Корнейчуку и Т.А.Стриж за полезные обсуждения, А.У.Абдурахимову, С.Г.Бадаляну, Н.А.Буздавиной, В.С.Гоману, Л.И.Лепиловой, Г.В.Шестаковой, принимавшим участие в работах по созданию математического обеспечения для α p-эксперимента.

Литература

1. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, IO-8I-359, Дубна, 1981.
2. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, IO-45I3, Дубна, 1969.
3. Котов В.М. и др. ОИЯИ, IO-7939, Дубна, 1974.
4. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, PIO-886I, Дубна, 1975.
5. Говорун Н.Н. и др. Основные направления развития центрального вычислительного комплекса ОИЯИ.
Проблемы повышения эффективности БЭСМ-6. Материалы по математическому обеспечению ЭВМ. ВЦ АН СССР, Сибирский энергетический институт СО АН СССР, Иркутск, 1976.
6. Вальтер М. и др. ОИЯИ, I-7I53, Дубна, 1973.
7. Шигаев В.Н. В кн.: Материалы Второго всесоюзного семинара по обработке физической информации. ЕрФИ, Ереван, 1978.
8. Иванченко З.М. ОИЯИ, IO-6I4I, Дубна, 1971.
9. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, IO-6956, Дубна, 1973.
10. Гурова Л.И., Сахаров С.С. Прикладные программы, "Статистика", М., 1980.
11. T.C. Program Library, v.1,2,3, CERN, 1968.
12. CDC NOS/BE 1. Reference Manual, Pub. No 60493800.
Control Data Corporation, St. Paul, Minnesota, 3-15-77.
13. Жимерин Д.Г., Мясников В.А. Автоматизированные и автоматические системы управления. "Энергия", М., 1979.
14. Böck R.K. et al. Hydra System Manual, CERN, Geneva, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 марта 1982 года.

Глаголев В.В. и др.

P10-82-211

Программно управляемая система математической обработки данных
αР-эксперимента

Описана система ZEUS, обеспечивающая математическую обработку फिल्मовой информации для αР-эксперимента под управлением ЭВМ. Рассмотрена организация и основные недостатки традиционной системы обработки данных. Дано также описание структуры, функционирования и путей дальнейшего развития этой системы. Ее основными элементами являются: управляющая программа, банк данных и документация. Система ZEUS разработана для обработки данных с однометровой водородно-пузырьковой камеры ОИЯИ. Она позволяет устранить большие затраты ручного труда при организации массовой обработки информации. Система реализована на ЭВМ CDC-6500.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Glagolev V.V. et al.

P10-82-211

Program Controller System for Mathematical Processing of
of αР-Experiment Data

ZEUS system which allows one mathematical processing of bubble chamber pictures for αР-experiment with management of computer is described. The comparison and basic defect of traditional processing of film information is considered. The structure, operation and further development of this system are described. It consists of the monitoring programs, directory file, input request language, data bank and documentation. ZEUS system is developed for processing αР-experiment from JINR one-meter-hydrogen liquid chamber. It makes possible to eliminate big manual work at organization of mass data processing on the computer. The system is realised on the CDC-6500 computer.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.