



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

150 / 2-81

12/1-81

P10-80-657

А.У.Абдурахимов, С.Г.Бадалян, М.Бано,  
Н.А.Буздавина, В.Врба, Н.Н.Говорун, В.С.Гоман,  
А.Дирнер, В.Г.Иванов, Р.Б.Илеусузова,  
Х.Кауфманн, Ю.Клабун, Л.И.Лепилова,  
А.А.Локтионов, В.Новицки, Р.А.Позе,  
Ю.К.Потребеников, П.Реймер, Х.Е.Ролофф,  
М.Семан, Т.А.Стриж, Х.Фогт, В.Фрибель, Э.Футо,  
И.Херинек, Л.Шандор, Х.Шиллер

СИСТЕМА ПРОГРАММ  
ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА МОЩНЫХ ЭВМ

1980

А.У.Абдурахимов, С.Г.Бадалян, М.Бано,<sup>1</sup>  
Н.А.Буздавина, В.Врба, Н.Н.Говорун, В.С.Гоман,  
А.Дирнер, В.Г.Иванов, Р.Б.Илеузуова,<sup>2</sup>  
Х.Кауфманн,<sup>3</sup> Ю.Клабун,<sup>3</sup> Л.И.Лепилова,  
А.А.Локтионов,<sup>2</sup> В.Новицки,<sup>4</sup> Р.А.Позе,<sup>3</sup>  
Ю.К.Потребеников,<sup>2</sup> П.Реймер,<sup>5</sup> Х.Е.Ролофф,<sup>3</sup>  
М.Семан,<sup>1</sup> Т.А.Стриж, Х.Фогт,<sup>3</sup> В.Фрибель,<sup>3</sup> Э.Футо,<sup>1</sup>  
И.Херинек,<sup>5</sup> Л.Шандор,<sup>1</sup> Х.Шиллер<sup>3</sup>

**СИСТЕМА ПРОГРАММ  
ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА МОЩНЫХ ЭВМ**

---

<sup>1</sup> Институт экспериментальной физики САН,  
Кошице, ЧССР.

<sup>2</sup> Институт физики высоких энергий АН КазССР,  
Алма-Ата.

<sup>3</sup> Институт физики высоких энергий АН ГДР,  
Берлин-Цойтен.

<sup>4</sup> Университет им-Шафарика, Кошице, ЧССР.

<sup>5</sup> Физический институт ЧСАН, Прага.

Несмотря на интенсивное развитие электронной методики, трековые камеры с фильмовым съемом информации по-прежнему являются одним из основных "поставщиков" экспериментальных данных в области физики высоких энергий. Так, например, только в Объединенном институте ядерных исследований эксплуатируются шесть крупных трековых установок (две жидководородные и пропановая пузырьковые камеры /1-3/, стримерная камера СКМ-200/4/, релятивистская ионизационная стримерная камера/5/, магнитный искровой спектрометр/6/).

Получаемые на трековых установках фото пленки, как правило, обрабатываются большими коллективами исследователей из институтов и университетов различных стран. В связи с этим получаемая на ускорителях фильмовая информация рассылается всем участникам сотрудничества, где производится ее обработка. Результаты анализа записываются в согласованной форме на магнитные ленты, называемые лентами суммарных результатов (ЛСР), и также рассылается всем участникам работы. Такая организация позволяет обрабатывать десятки тысяч событий в год, обеспечивая тем самым хорошую статистику камерных экспериментов.

В связи с тем, что в большинстве камерных экспериментов, проводимых в ОИЯИ, участвуют сотрудники институтов стран-участниц и других стран/7-8/, потребовалось создание современных программ для математической обработки результатов обмера камерных фотографий, которые могут быть легко адаптированы для различных электронно-вычислительных машин, имеющихся в распоряжении участников соответствующих сотрудничеств.

Данная работа посвящена описанию систем программ, предназначенных для математической обработки результатов обмера камерных фотографий, которые имеются в настоящее время в ОИЯИ, ИФВЭ АН ГДР, ИЭФ САН и Университете г.Кошице(ЧССР), ФИ АН ЧССР, ИФВЭ АН КазССР на ЭВМ CDC-6500, БЭСМ-6, ЕС-1040 и ИБМ 370/135.

## 1. Краткая характеристика математического обеспечения камерных экспериментов

Обработка фильмовой информации, как правило, производится в следующей последовательности (рис.1)<sup>19/</sup>:



Рис.1

1. В ходе просмотра отбираются стереопроекции снимков, на которых зафиксированы события исследуемого типа. Результаты просмотра записываются в специальных журналах (бланках) или на магнитных лентах. В ряде случаев просмотр совмещают с предварительными измерениями элементов события ("снятие масок") с тем, чтобы использовать эти данные для управления процессом автоматической обработки.

2. Измерения отобранных при просмотре стереоснимков производятся на автоматических или полуавтоматических устройствах. Необходимые для восстановления пространственной картины событий координаты изображений опорных точек снимков и элементов событий выделяются из результатов сканирования с помощью специальных программ. При обмере стереоснимков на полуавтоматах измерения координат изображений реперов, вершин и треков производятся непосредственно оператором.

3. В ходе анализа результатов измерений производятся: восстановление пространственной картины событий и вычисление параметров составляющих их треков; кинематическая идентификация событий, в ходе которой выделяется одна или несколько наиболее вероятных гипотез о каждом рассмотренном событии; формирование лент оуммарных результатов и, наконец, статистический анализ экспериментальных данных, накопленных на ЛСР.

В соответствии с решаемыми в процессе обработки фильмовой информации задачами математическое обеспечение камерных экспериментов состоит из следующих частей:

а) комплекса программ, предназначенных для управления работой просмотрово-измерительных устройств, сбора и накопления данных, получаемых в ходе просмотра, обмера или сканирования стереоснимков, калибровки и фильтрации. Эти программы являются

элементами соответствующих измерительных систем, и их назначение, в основном, определяется характером последних;

- б) систем программ, предназначенных для анализа результатов обмера камерных фотографий. К ним относятся программы геометрической реконструкции и кинематической идентификации событий, программы для формирования ЛСР и статистического анализа экспериментальных данных. Эта часть математического обеспечения является общей для различных систем обработки, поскольку большинство составляющих ее программы практически не зависит ни от характера измерительной системы, ни от конкретных особенностей камер. Исключение составляют геометрические программы, конкретная организация которых зависит как от типа камеры, так и характеристик измерительной системы;
- в) программ, предназначенных для решения различного рода вспомогательных задач процесса анализа результатов обмера камерных фотографий. К ним относятся программы для вычисления параметров оптических систем камер, составления и обновления каталогов обрабатываемых событий, моделирования экспериментов, генерации событий и т.п.;
- г) набора сервисных программ, предназначенных для редактирования и сборки текстов программы системы, организации и хранения библиотек и т.п.

## П. Основные требования к математическому обеспечению камерных экспериментов

Основные требования к математическому обеспечению камерных экспериментов обусловлены характером проводимых в настоящее время исследований, в ходе которых для решения конкретных физических задач приходится перерабатывать огромные потоки информации с различных трековых детекторов.

Для современных камерных экспериментов характерно и то, что они, как правило, носят коллективный характер. Так, например, в обработке снимков с камеры "Людмила" участвуют, помимо ОИЯИ, сотрудники семи институтов. Анализ информации с релятивистской ионизационной стримерной камеры (РИСК) планируется вести в семи различных институтах стран-участниц ОИЯИ. Аналогичная ситуация имеет место и для других трековых установок.

Институты, участвующие в обработке фильмовой информации с трековых камер ОИЯИ, используют для математической обработки результатов измерений следующие ЭВМ: CDC-6500, БЭСМ-6, ЕС-1040, и ИБМ 370/135. Поскольку для объединения результатов обработки, получаемых в различных лабораториях сотрудничества, обсчет данных нужно вести по одним и тем же системам программ, математическое обеспечение камерных экспериментов должно быть легко адаптируемым для широкого класса ЭВМ.

Кроме того, камерная методика продолжает развиваться и совершенствоваться /10/. Это обстоятельство находит свое отражение в сооружении новых трековых детекторов, модернизации имеющихся, создании гибридных систем, состоящих из трековых камер и электронных детекторов. Вследствие этого математическое обеспечение камерных экспериментов постоянно развивается и совершенствуется. Для быстрой адаптации имеющихся программ к требованиям новых экспериментов необходимо иметь большой набор разнообразных программных модулей, предназначенных для решения различного рода задач процесса обработки фильмовой информации, а также хороший аппарат для их хранения и редактирования. "Следует осознать, что ... искусство программировать — это умение организовать сложную систему и управлять ее бесчисленными элементами, пресекая всеми силами присущую им тенденцию к изначальному хаосу" /11/.

Постоянный обмен программами, изменениями и дополнениями к ним требует создания хорошей документации и тестов для их проверки. Практика работы с большими программными системами показывает, что описания программ целесообразно включать в их текст в форме комментариев, оформляемых по определенным правилам. В этом случае имеется возможность получать соответствующие руководства с помощью специальных программ /12, 13/.

Наряду с программами, при проведении совместных работ необходимо также обмениваться и результатами счета. Для того, чтобы ограничиться минимальным числом подпрограмм чтения и декодировки данных, записываемых и читаемых на различных ЭВМ, целесообразно записывать результаты счета, пересылаемые в другие организации, в специальном формате.

Таким образом, математическое обеспечение современных камерных экспериментов должно состоять из большого набора взаимосвязанных программных модулей, предназначенных для работы на различных ЭВМ, из которых можно легко собирать требующиеся программы.

Тексты модулей должны быть снабжены подробными комментариями, поясняющими их назначение и принцип работы. Одним из основных элементов системы математического обеспечения являются также наборы тестов для проверки конкретных программ.

### III. Основные этапы развития программ обработки फिल्मовой информации

Развитие программ обработки फिल्मовой информации в значительной степени определялось возможностями имевшихся вычислительных машин. Так, например, когда быстродействие ЭВМ было мало, программы писались, как правило, на машинном языке для каждого конкретного эксперимента. Это позволяло в максимальной степени использовать возможности имевшихся в то время ЭВМ, хотя затрудняло развитие программ и их адаптацию для новых камер или экспериментов /14/.

Создание более мощных ЭВМ и трансляторов с алгоритмических языков позволило перейти к разработке универсальных программ на алгоритмических языках и в первую очередь на ФОРТРАНе. Например, цепочка программ THRESH-CRIND-AUTOGR-SLICE-SUMX, разработанная в ЦЕРНе и предназначенная для анализа данных с жидководородных пузырьковых камер /15/. Первый вариант этой системы силами сотрудников ОИЯИ и ИФВЭ АН ГДР был адаптирован на ЭВМ CDC-1604A /16/ и в течение ряда лет использовался для обсчета данных с метровой водородной пузырьковой камеры ОИЯИ (ВЛК 100). Затем на ЭВМ БЭС-6 в ОИЯИ и ИФВЭ АН ГДР были поставлены новые версии этих программ, которые позволяли учитывать неоднородность магнитного поля, потери энергии заряженных частиц, находить изображения одних и тех же треков события на его стереоснимках программным путем /17, 18/. Эта цепочка программ используется и по настоящее время для анализа данных с камеры "Людмила" /19/, а отдельные программы из нее для обсчета данных с других трековых камер.

Увеличение числа трековых камер и проводимых на них экспериментов привело к тому, что универсальные программы не всегда могли удовлетворять требованиям физиков. Кроме того, развитие измерительных систем и создание высокопроизводительных автоматов привело к резкому возрастанию числа обрабатываемых событий. Вследствие этого стали появляться новые версии программ цепочки, рассчитанные на решение конкретных задач. Устранение из программ

тех возможностей, которые не требовались в конкретных экспериментах, позволило в ряде случаев сократить их размеры и уменьшить время, затрачиваемое на обсчет одного события. Для организации хранения и поддержания в рабочем состоянии многочисленных версий программ обработки фильмовой информации был разработан и создан специальный аппарат, включавший в себя специальный редактор и тексты программ, организованные в форме Рам-файлов<sup>/20,21/</sup>.

Рам-файлом программы называется ее текст, разделенный на следующие структурные элементы: последовательности, колоды, секции. Здесь под последовательностью понимается группа декларативных или выполняемых операторов ФОРТРАНа или, вообще говоря, любого другого алгоритмического языка; колодой - отдельная подпрограмма или группа специальных перфокарт; секцией - группа колод, последовательностей или директив программе-редактору системы. Сборка текстов программ в форме, пригодной для трансляции, производится с помощью программы PATCHU<sup>/22/</sup>.

Перевод текстов программ в форму Рам-файлов и создание специализированного редактора ("пэчификация" системы) позволили создать простую и надежную систему для хранения и развития системы программ обработки фильмовой информации, а также упростить процедуру обмена библиотеками между различными организациями. Однако основные трудности, связанные с постановкой системы на новых ЭВМ, сохранились. Работа с "пэчифицированной" системой, так же как и с обычной цепочкой, требовала большого времени на подготовку соответствующих специалистов.

Следующий этап развития математического обеспечения камерных экспериментов связан с внедрением в практику программирования модульных принципов организации программ с динамически распределяемой памятью. Первым шагом на пути решения этой задачи явилось создание геометрической программы для больших пузырьковых камер (LBCC), которые затем были развиты в системе "Гидра".

Принципы организации модульной системы программ обработки экспериментальных данных (система "Гидра") были разработаны в ЦЕРНе Р.Бёком, Э.Пажиола, Ю.Цоллом и др.<sup>/23/</sup>

Основным алгоритмическим языком системы "Гидра" является базовый вариант ФОРТРАНа (ANSI FORTRAN). Т.к. он не обладает всеми требуемыми для организации модульной системы программ возможностями (динамическое распределение памяти, составление временных указателей к спискам структур данных и т.п.), в систему



включены специальные пакеты подпрограмм, расширяющие возможности основного алгоритмического языка. Эти подпрограммы в основном написаны на ФОРТРАНе и предназначены для решения следующих задач:

- организации динамически распределяемой памяти и работы с ней;
- передачи управления от одного программного модуля к другому;
- записи в динамически распределяемую память блоков информации (титлов) и работы с ними;
- подсчета различных ситуаций, встречающихся в процессе обчета данных, и передачи управления модулям более высокого уровня при обнаружении ошибок, препятствующих счету;
- выдачи на печать динамически распределяемой памяти или ее участков;
- организации обмена результатами счета на различных ЭВМ;
- работы с файлами;
- построения гистограмм и графиков.

Прикладные программы не являются элементами системы "Гидра", а составляются из программных модулей, системных подпрограмм и подпрограмм общего назначения. Программные модули системы "Гидра" - это одна или несколько подпрограмм, написанных на ФОРТРАНе и предназначенных для решения конкретной задачи с задаваемой структурой данных. Обмен информацией между модулями одной программы производится только через блок динамически распределяемой памяти с помощью специальных системных подпрограмм. Каждый модуль "находит" в этом блоке исходные данные и засылает в него результаты счета, являющиеся, в свою очередь, исходными данными для других модулей. Специальные программы позволяют маркировать те группы данных, которые уже не нужны программе, и, после заполнения динамической памяти, в действие автоматически приводится "механизм чистки памяти", который очищает ее от всех уже ненужных блоков.

Для сборки конкретного варианта программы необходимо составить задание программе-сборщику системы (PATCHU) с указанием названий секций, из которых он составляется.

Такова в общих чертах организация системы "Гидра". На базе этой системы в настоящее время создан большой комплекс программ, предназначенных для обработки экспериментальных данных с различных трековых детекторов как с фильмовым, так и бесфильмовым съемом информации /24/.

Прикладные программы системы "Гидра" предназначены для работы на ЭВМ различных типов и в настоящее время широко используются при проведении экспериментальных исследований в различных ядерных центрах.

Широкое распространение системы "Гидра" в основном обусловлено тем, что в ее состав входит большая библиотека разнообразных программных модулей, из которых можно создавать программы для решения практически всех задач процесса математической обработки फिल्मовой информации. Организация системы предусматривает возможности для обмена как программами, так и отдельными модулями, а также изменениями и дополнениями к ним. Эта система является также хорошей базой для создания программного обеспечения новых камерных детекторов и проводимых на них экспериментов, т.к. разработчикам необходимо включить в уже имеющуюся библиотеку только те модули, которые необходимы для решения новых задач, обусловленных спецификой данного эксперимента. Вследствие этого существенно сократились сроки работ по созданию математического обеспечения новых камерных экспериментов.

#### IV. Прикладные программы системы "Гидра" и их организация

Созданные к настоящему времени наборы программных модулей и прикладных пакетов системы "Гидра"<sup>24/</sup> позволяют:

1. Восстанавливать пространственную картину событий, регистрируемых в больших пузырьковых камерах и камерах классического типа. (Геометрия системы "Гидра" - HYDRA GEOMETRY ).
2. Производить кинематическую идентификацию событий для выделения наиболее вероятных гипотез о каждом рассматриваемом событии на основе анализа выполнения законов сохранения энергии импульса. (Кинематика системы HYDRA KINEMATICS ).
3. Редактировать структуры данных, создаваемых прикладными программами системы "Гидра", отбирать и записывать их на ленты суммарных результатов, вести каталог обрабатываемых событий. Для решения этих задач в системе имеются программы EDIT и ORACLE.
4. Обращивать информацию, получаемую с помощью разнообразных гибридных систем.

5. Решать различные проблемы, возникающие в процессе анализа экспериментальных данных, начиная с моделирования экспериментов и кончая статистическим анализом данных, накопленных на лентах суммарных результатов.

Таким образом, в системе "Гидра" имеется большой набор модулей, охватывающий практически весь круг задач, которые решаются при анализе экспериментальных данных в области физики высоких энергий.

При постановке той или иной прикладной программы системы "Гидра" на новой ЭВМ или ее адаптации для нового эксперимента необходимо выбрать подходящие модули, составить из них требующийся вариант программы, проверить его на тестах, а затем и в реальных условиях. В тех случаях, когда имеющийся набор стандартных модулей не удовлетворяет заданным условиям, часть их модифицируется, или создаются новые модули, учитывающие специфику задачи. Важно отметить здесь, что изменения отдельных модулей или добавление новых практически не требуют модификации остальных. Так, например, для реконструкции событий в трековых камерах с внутренней мишенью (СКМ-200, РИСК) были только разработаны модули для вычисления координат изображений вершины события на стереоснимках и добавлены в соответствующие геометрические программы без какого-либо изменения остальных элементов геометрии.

Как уже отмечалось, организация РАМ-файлов прикладных программ системы "Гидра" значительно облегчает их постановку на различных ЭВМ, на которых, естественно, уже имеются основные элементы системы (служебные пакеты и библиотека подпрограмм общего назначения).

#### У. Системы математического обеспечения камерных экспериментов на ЭВМ CDC-6500, БЭСМ-6, ЕС-1040 и ИБМ-370/135

Система "Гидра" является хорошей базой для создания и развития современного математического обеспечения камерных экспериментов. В связи с этим в наших институтах в течение ряда лет ведутся работы по ее внедрению на ЭВМ CDC-6500, БЭСМ-6, ЕС-1040 и ИБМ-370/135.

Первым шагом на пути решения этой задачи явилось создание вариантов служебных пакетов и вспомогательных программ системы для этих ЭВМ.

Применение прикладных программ системы "Гидра" для математической обработки данных, получаемых в ходе проводимых в ОИЯИ и институтах стран-участниц камерных экспериментов, потребовало адаптации их базовых вариантов к возможностям имеющихся ЭВМ и требованиям экспериментов. В ходе этих работ было значительно увеличено число перезагружаемых разделов в геометрических программах, внесен ряд изменений в стандартные процедуры и алгоритмы /25-31/.

Для реконструкции событий в трековых камерах с внутренней мишенью (СКМ-200 и РИСК) была разработана методика реконструкции невидимой на стереоснимках вершины событий и созданы соответствующие варианты геометрических программ /32,33/.

Кроме того, для сокращения затрат времени на анализ причин, по которым геометрические программы "отвергают" результаты измерений, созданы специальные пакеты программ /27,34/ для проверки результатов обмера камерных фотографий. Программы пакетов позволяют получать данные как о качестве обмера отдельных элементов событий на проекциях стереоснимков, так и оценивать число хорошо измеренных событий /35/.

Для обеспечения оперативного контроля за процессом обмера и для оценки работы геометрических программ на базе H и P-пакетов системы "Гидра" созданы специальные программы для проверки результатов счета по геометрическим и кинематическим программам /26,36/.

Для обеспечения широкому кругу физиков-экспериментаторов возможности собирать различные варианты программ обработки и решать с их помощью методические задачи, в ОИЯИ разрабатывается методика генерации прикладных программ системы "Гидра" по заданиям пользователей; программы составляются на специализированном языке запроса, близком к естественному /37,38/.

К настоящему времени в ОИЯИ, ИФВЭ АН ГДР, ИФФ САН и Университете г.Кошице (ЧССР), ФИ ЧСАН и ИФВЭ АН КазССР на ЭВМ CDC - 6500, БЭСМ-6, ЕС-1040 и ИБМ-370/135 имеют программы, предназначенные для анализа данных, получаемых на следующих трековых установках:

- больших пузырьковых камерах ("Мирабель" и ВЕВС);
- классических пузырьковых камерах (ВПК-100 "Людмила", 2-метровая дейтериевая камера ЦЕРНа);
- стримерной камере СКМ-200.

Эти системы состоят как из прикладных программ системы "Гидра", так и программ THRESH-GRIND-SLICE-SUMX, т.к. при создании систем обработки для новых экспериментов в максимальной степени использовались уже имевшиеся программы.

В ОИЯИ математическое обеспечение камерных экспериментов разрабатывалось в основном для установок, созданных в Институте. Это ВПК-100, "Людмила" и СКМ-200. Первоначально работы велись на ЭВМ БЭСМ-6, а затем на CDC-6500. В настоящее время обработка данных с жидководородных пузырьковых камер ОИЯИ ведется на ЭВМ CDC-6500, а на БЭСМ-6 ведется обсчет данных с СКМ-200.

В ИФВЭ АН ГДР в основном велась обработка данных с больших пузырьковых камер "Мирабель" и ВЕВС. Поэтому усилия здесь были направлены на создание для ЭВМ БЭСМ-6 соответствующих программ.

В ИФФ САН и Университете г.Кошице (ЧССР) на ЭВМ ЕС-1040 была поставлена цепочка программ для анализа данных  $\alpha p$ -эксперимента, проводимого на ВПК-100.

В ФИ ЧСАН создан комплекс программ для обработки данных с камеры "Людмила" на ЭВМ ИБМ 370/135.

В ИФВЭ АН КазССР основные усилия были направлены на создание программ для анализа данных с камеры "Мирабель" и дейтериевой камеры ЦЕРНа на ЭВМ БЭСМ-6.

Таким образом, в указанных выше институтах был создан большой комплекс программ для разнообразных камерных экспериментов, проводимых в ОИЯИ и институтах стран-участниц на имеющихся ЭВМ.

При создании этих систем широко использовался опыт различных ядерных центров и в первую очередь ЦЕРНа. Работы велись в тесном сотрудничестве с указанными институтами, между которыми налажен широкий обмен программами. Так, например, созданные в ОИЯИ программы передаются практически во все институты, участвующие в проведении соответствующих экспериментов. Большую помощь в создании систем обработки данных с больших пузырьковых камер оказывают сотрудники ИФВЭ АН ГДР. Адаптированная в ЧССР на ЕС-1040 система программ обработки данных  $\alpha p$ -эксперимента, первоначальный вариант которой был разработан в Страсбурге, была передана ряду институтов, включая ФИАН СССР.

В последние годы работы по созданию и развитию систем математического обеспечения камерных экспериментов ведутся в основном на базе системы "Гидра", что в значительной степени облегчает проведение совместных работ и обмен программами. Так, например,

работы по созданию программы обработки данных с установки РИСК ведутся в ИФВЭ АН ГДР на ЭВМ БЭСМ-6. К настоящему времени уже создана программа для реконструкции событий, регистрируемых в этой установке. Поскольку текст программы оформлен в строгом соответствии с требованиями системы "Гидра", ее постановка на ЭВМ СРС-6500 ОИЯИ не вызвала никаких затруднений.

Вследствие этого силами небольших групп программистов, имевшихся в каждом из указанных выше институтов, удается обеспечить создание и развитие комплексов программ математической обработки результатов обмера камерных фотографий для проводимых в них камерных экспериментов.

В ближайшее время в наших институтах планируется полностью заменить основные программы обработки फिल्मовой информации на прикладные программы системы "Гидра", создаваемые на базе ее геометрии, кинематики, а также комплекса программ редактирования ЕПИТ.

### Заключение

В ОИЯИ, ИФВЭ АН ГДР, ИЭФ САН и Университете г.Кошице (ЧССР), ФИ ЧСАН и ИФВЭ АН КазССР, на ЭВМ СРС-6500, БЭСМ-6, ЕС-1040 и ИБМ 370/135 создан большой комплекс программ для математической обработки результатов обмера камерных фотографий, получаемых на разнообразных трековых установках.

В работах по созданию этой системы программы большая помощь была оказана нам сотрудниками ЦЕРНа, Центра ядерных исследований в Страсбурге (Франция). Мы искренне признательны сотрудникам этих организаций и, в первую очередь, Р.Бёку, Э.Пажиола, Ю.Цоллу, и К.Гизельманн за предоставление материалов по системе "Гидра".

### Литература

1. Belonogov A.V. et al., Nucl. Instrum. and Methods, 20, 114, (1963).
2. Богуславский И.В. и др. ОИЯИ, 13-446, Дубна, 1969.
3. Balandin M.P. et al. N.I.M., 20, 110 (1963).
4. Абдурахимов А.У. и др. ПТЭ, 1978, № 5, с.53-58.
5. Андреев Е.М. и др. ОИЯИ, 13-8550, Дубна, 1975.
6. Анджеяк Р. и др. ОИЯИ, 13-3588, Дубна, 1967.
7. Poes E.G. et al. ОИЯИ, Е1-9781, Дубна, 1976.
8. Глаголев В.В. и др. CRN/HE 77-5, Strasbourg, 1977.
9. Villemoes P. CERN, 71-6, p.105, Geneva, 1971.

10. Киш Д. ЭЧАЯ, 1979, т.10, вып.3, с.551.
11. Дал У., Дейкстра Э. и Хоор К. Структурное программирование. Перевод с английского. "Мир", М., 1975.
12. Roberts K.V., CPC, 1(1969), 1-9.
13. Banks D. et al. CPC, 3(1972), 180-196.
14. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, IO-3627, Дубна, 1971.  
Карнаухов В.М. и др. ОИЯИ, IO-6I23, Дубна, 1971.
15. PROGRAM LIBRARY. TRACK CHAMBER, Long write-ups, CERN, Geneva, 1969.
16. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, PII-4762, Дубна, 1969.
17. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, DIO-6I42, с.398, Дубна, 1971.
18. Bähr et al. Там же, с.189.
19. Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, DIO-9033, Дубна, 1975.
20. PROGRAM LIBRARY. TRACK CHAMBER, Program PATCHY, CERN, Geneva, 1969.
21. Дорж Л. и др. ОИЯИ, IO-6882, Дубна, 1973.  
Буздавина Н.А. и др. ОИЯИ, IO-7I92, Дубна, 1973.
22. Klein H. Zoll J. PATCHY Reference Manual, CERN, Geneva, 1977.
23. Böck et al. ОИЯИ, DIO-6I42, с.547, Дубна, 1971.
24. HYDRA Application Library. CERN, Geneva, 1974.
25. Сборник докладов рабочего совещания по модульной системе программ и обработки экспериментальных данных. ОИЯИ, DIO-8425, Дубна, 1974.
26. Илеусузова Р.Б. и др. ИФВЭ АН КазССР, 60-78. Алма-Ата, 1978.
27. Илеусузова Р.Б. и др. Материалы II Всесоюзного совещания по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Алма-Ата, 1978, с.51.
28. Иванов В.Г. и др. Материалы I Всесоюзного совещания по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Киев, 1976, с. 162.
29. Vano M. et al. ОИЯИ, DIO, II-II264, с.71, Дубна, 1978.
30. Иванов В.Г. Там же, с. 71.
31. Буздавина Н.А. и др. Там же, с. 401.
32. Schiller N. et al. ОИЯИ, DIO-8425, с.40, Дубна, 1974.
33. Дорж Л. и др. ОИЯИ, P5-8560, Дубна, 1965.  
Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, IO-IO988, Дубна, 1977.
34. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-I2096, Дубна, 1978.
35. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-II315, Дубна, 1978.
36. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-I2606, Дубна, 1979.
37. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, P10-II612, Дубна, 1978.
38. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-II911, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел  
13 октября 1980 года.