

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2133 / 2-80

12/5-80

P10 - 13026

В.И.Мороз, Я.Ружичка, Т.Л.Тханг, А.В.Халкин

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРАФИЧЕСКОГО ДИСПЛЕЯ
ПРИ ОБРАБОТКЕ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ
НА СДС-1604А

1980

1. ВВЕДЕНИЕ

Преимущества использования дисплея в процессе автоматической обработки камерных снимков в настоящее время не вызывают сомнений. С помощью дисплея проводят наблюдение за качеством обработки, используют его для спасения событий, для выяснения причин неожиданных сбоев аппаратуры и в других случаях /1-3/.

Для массовой обработки фотоснимков с пятиметрового искрового спектрометра ОИЯИ /МИС/ был разработан и применен на практике математический аппарат /4,5/, позволяющий использовать точечный дисплей, подключенный к ЭВМ CDC-1604A, при обработке фильмовой информации с МИС на этапах измерений и фильтрации НРД-данных. Успешное использование дисплея в системе первичной обработки снимков с МИС и накопленный нами опыт инициировал разработку новых вариантов специализированного математического обеспечения, позволяющих применять дисплей и в ряде других случаев.

В настоящей работе приводятся примеры использования графического дисплея ОСК-1^{1/} при подготовке данных с МИС к геометрической реконструкции; при определении точностных характеристик спектрометра МИС; при подключении дополнительного процессора (SHP - Special Hardware Processor) /6,7/ к сканирующему автомату НРД; для наблюдения и контроля за результатами обработки фильмовых снимков на полуавтоматах типа ПУОС. Показана возможность расширения существующего математического обеспечения для представления на экране дисплея результатов работы программных комплексов НАZE1 и НАZE2 системы обработки снимков с пузырьковых камер.

2. ПОДГОТОВКА ДАННЫХ С МИС К ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ

а/ Работа с дисплеем в режиме просмотра и контроля данных

После фильтрации данных, полученных при сканировании обеих стереопроекций снимков с МИС на автомате НРД, информация записывается на магнитные ленты, отдельно для первой и второй проекции. В дальнейшем, в результате процесса сборки проекций формируется одна магнитная лента, формат записей данных кото-

рой совпадает с форматом входных данных, используемых в программе геометрической реконструкции /формат РОМЕО/. Запись на магнитной ленте одного кадра состоит из семи следующих массивов переменной длины: 1 - головного массива; 2 - массива описания события; 3 - массива меток и адресов реперных крестов; 4 - массива координат реперных крестов; 5 - массива адресов у-координат искр; 6 - массива у-координат искр; 7 - массива х-координат искровых промежутков спектрометра.

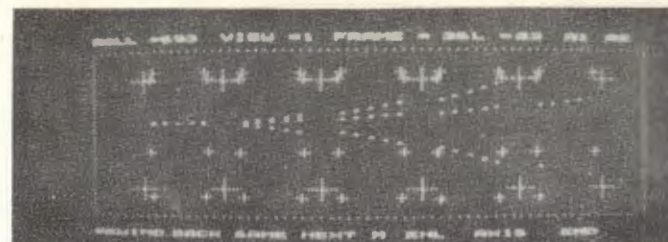
Для использования дисплея на этом этапе обработки данных с МИС была разработана программа ДИСПЛЕЙ-РОМЕО. Эта программа проводит чтение отдельных записей на ленте данных, распаковку прочитанной информации, формирование графического изображения кадра и последующую его выдачу на экран дисплея. Кроме изображения кадра на экран дисплея выводится набор команд, предназначенных для формирования изображения в виде, более удобном для проводимого просмотра. Программа ДИСПЛЕЙ-РОМЕО предоставляет оператору возможность работы в нескольких режимах. Выбор соответствующего режима работы производится с помощью светового карандаша и пультавого телетайпа ЭВМ. Предусмотрены следующие режимы работы:

1. Выдача на экран дисплея первой или второй проекции кадра.
2. Выдача на экран одновременно обеих проекций кадра.
3. Высвечивание /вместе с изображением кадра/ малых реперных крестов, больших реперных крестов или одновременная выдача всех реперных крестов.
4. Высвечивание на всей рабочей площади экрана дисплея отдельных "блоков" снимка с МИС.
5. Увеличение любого участка проекции на всю рабочую площадь экрана.

Работу программы ДИСПЛЕЙ-РОМЕО иллюстрирует *рис.1*. На этом рисунке приведены отдельно первая и вторая проекции /кадр №36, пленка №693/ и обе эти проекции, высвеченные одновременно. Просмотр информации на экране дисплея можно проводить или выборочно /когда оператор сам определяет кадр, который хочет просмотреть/ или в автоматическом режиме /без участия оператора/, когда высвечиваются в течение определенного промежутка времени все кадры в той последовательности, в которой они находятся на ленте данных. Поскольку время выдачи на экран обеих проекций кадра составляет всего лишь $1\frac{1}{2}$ с, последний режим работы весьма удобен при массовых просмотрах материала, находящегося на ленте с данными.

Программа ДИСПЛЕЙ-РОМЕО предоставляет пользователю возможность отбора треков по искрам /работа с дисплеем в активном режиме/ с последующей их записью в формате РОМЕО на магнитную ленту.

а/



б/



в/

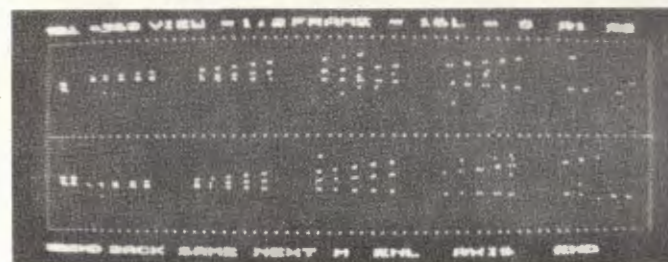


Рис.1. Кадр №36 пленки №693, сформированный на экране дисплея с помощью программы ДИСПЛЕЙ-РОМЕО на основе данных, подготовленных к геометрической реконструкции: а/ первая проекция кадра; б/ вторая проекция кадра; в/ обе проекции кадра, высвеченные одновременно.

С помощью этой программы можно также проводить отбор событий по определенной системе признаков /трехлучевые события, пятилучевые события и т.п./.

Для проведения более подробного анализа данных на этапе сборки событий путем сравнения их кадров, подготовленных к геометрической реконструкции, с первоначальной информацией, поступающей с НРД, программа ДИСПЛЕЙ-РОМЕО также позволяет выдавать на экран дисплея результат сканирования /аналог работы программы ДИСПЛЕЙ-НРД^{1/5/}/.

Возможности, предоставляемые оператору программой ДИСПЛЕЙ-РОМЕО, такие, как полное управление магнитной лентой, формирование изображения кадра, отбор треков по искрам и отбор целых событий по определенной системе признаков, сравнение с первоначальной информацией и др., вполне удовлетворяли обычным требованиям, возникавшим в процессе дисплейного контроля автоматической обработки информации с МИС на данном этапе работы.

б/ Работа с дисплеем в активном режиме

Как уже отмечалось, программа ДИСПЛЕЙ-РОМЕО позволяет вести отбор по искрам отдельных треков события, высвеченного на экране дисплея. Этот режим работы был использован для определения точностных характеристик спектрометра МИС. Для этого отбирались снимки, содержащие только один - пучковый трек. Затем последовательно проводились измерения на НРД, фильтрация и сборка проекций этих данных. Задача дисплея сводилась к полному устранению фона, случайно оставшегося после этапа фильтрации. Программное устранение фона /фильтрация данных/ не дает 100%-ной эффективности, и оставшийся фон может привести к значительному увеличению ошибок в определении точностных характеристик спектрометра.

Оператор с помощью светового карандаша мог проводить отбор только тех искр, которые принадлежали пучковому треку. Для этого на экран дисплея выводились последовательно все 10 блоков первой и второй проекции кадра, причем для увеличения разрешающей способности дисплея масштаб вдоль оси Y при высвечивании одного блока был сильно увеличен. После отбора искр, принадлежащих пучковому треку, эта информация вместе со служебными данными обрабатываемого кадра записывалась на магнитную ленту в формате РОМЕО. Затем проводилась геометрическая реконструкция события и с помощью специальной программы проводился статистический анализ данных.

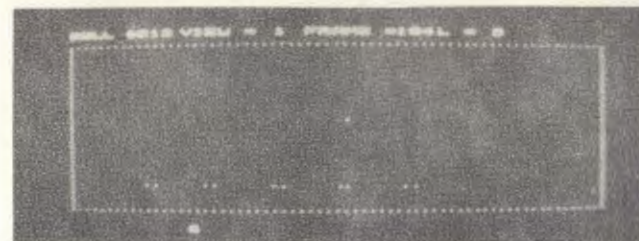
Всего с помощью дисплея было обработано около 700 снимков, полученных в трех сеансах работы установки МИС. Эта информация позволила установить ряд точностных характеристик спектрометра, таких, как величина стаггеринга, распределение случайных и систематических ошибок при определении координат искр в оптических камерах и др. Результаты этих исследований приведены в работах^{8,9/}.

На рис.2 представлены снимки, полученные при работе с программой ДИСПЛЕЙ-РОМЕО в активном режиме дисплея.

а/



б/



в/



Рис.2. Изображение снимков в процессе отбора пучковых треков по искрам: а/ информация перед проведением отбора; б/ один блок кадра в течение проводимого отбора; в/ отобранный пучковый трек.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЛЕЯ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ И НАЛАДКЕ ПРОЦЕССОРА

Известно, что из-за высокой скорости работы измерительного автомата НРД количество данных, поступающих в ЭВМ при сканировании одного снимка на этом устройстве в течение короткого промежутка времени, очень велико. Например, при измерении снимков с двухметровой пузырьковой камеры НРД дает с каждого снимка около 50000 отсчетов за время примерно 8 с. Создание системы автоматической обработки в реальное время на базе ЭВМ CDC-1604А и НРД встречает значительные трудности,

так как программное обеспечение должно учитывать ситуацию, когда ЭВМ не успевает обработать полученные данные.

Эти трудности могут быть преодолены с помощью дополнительного устройства SHP (Special Hardware Processor), включенного в систему автоматической обработки камерных снимков. Этот процессор, разработанный в CNAF /Болонья, Италия/^{6,7}, является промежуточным устройством между HPD и ЭВМ. Путем группировки отдельных близлежащих отсчетов, принадлежащих изображениям треков частиц, SHP формирует так называемые "трек-сегменты", что позволяет сокращать количество первоначальных данных примерно в 10 раз. Такое резкое сокращение объема информации дает возможность в дальнейшем проводить ее обработку на HPD в реальном масштабе времени без увеличения мощности ЭВМ.

К моменту пуска SHP, подключаемого к системе автоматической обработки между HPD и CDC-1604A, был подготовлен комплекс программ ДИСПЛЕЙ-SHP. Система программ ДИСПЛЕЙ-SHP ориентирована на работу с лентами и позволяет выводить на экран дисплея информацию, поступающую как непосредственно с HPD /при обработке данных с пузырьковых камер/, так и после ее предварительной обработки на устройстве SHP. Поскольку выходная информация процессора SHP представляет собой не просто точки, а трек-сегменты, в программе ДИСПЛЕЙ-SHP предусмотрено высвечивание центров тяжести этих трек-сегментов с указанием их направлений.

Созданное математическое обеспечение ДИСПЛЕЙ-SHP позволило произвести визуальный контроль работы процессора SHP в момент его пуска и облегчило наладку прибора.

Предварительная оценка работы SHP была проведена с помощью дисплея по данным измерения контрольного снимка. Этот снимок был сначала просканирован на HPD и обработан на SHP в Болонье, затем его обработка была произведена на HPD и SHP в Дубне. Система программ ДИСПЛЕЙ-SHP позволила сравнивать изображения снимков, сформированные по данным Болоньи и Дубны. На рис. 3 приведены изображения контрольного снимка, полученные на экране дисплея программой ДИСПЛЕЙ-SHP: а/ данные Болоньи, б/ данные Дубны.

Как показала практика, в подобных случаях дисплей может служить весьма эффективным средством при настройке рабочих режимов процессора SHP, а также для контроля правильности выполняемой им работы. Количество и качество выходной информации SHP во многом зависит от правильного выбора параметров, определяющих его работу. Наблюдая влияние изменения этих параметров на результаты работы SHP, представленные на экране дисплея, можно быстро подобрать рабочий режим для данного класса снимков. Программное обеспечение ДИСПЛЕЙ-SHP может

а/



б/

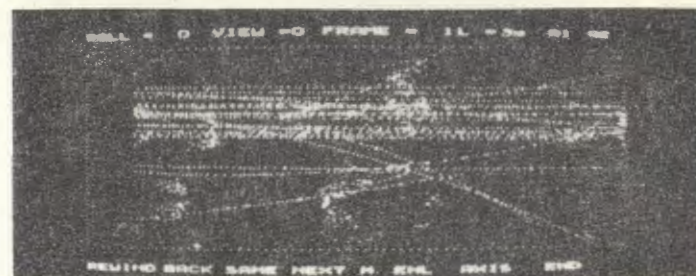


Рис. 3. Изображение контрольного снимка, сформированное на экране дисплея с помощью программы ДИСПЛЕЙ-SHP: а/ данные Болоньи; б/ данные Дубны.

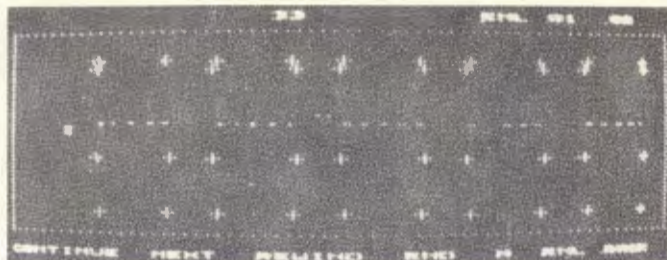
быть поэтому в будущем эффективно использовано для наблюдения на экране дисплея результатов массовой обработки снимков с разных трековых детекторов и их контроля, проводимых с помощью автоматической измерительной системы HPD-SHP-CDC-1604A.

4. НАБЛЮДЕНИЕ И КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ С МИС НА ПОЛУАВТОМАТАХ ТИПА ПУОС

Результаты обработки снимков с МИС на полуавтоматах ПУОС записываются на магнитные ленты в стандартном для ПУОСа формате. Для представления этих данных в графическом виде на экране дисплея была разработана программа ДИСПЛЕЙ-ПУОС. Эта программа представляет собой расширенный вариант программы ДИСПЛЕЙ-РОМЕО и состоит из двух частей.

Первая из них предназначена для перевода данных из стандартного для ПУОСа формата в формат РОМЕО. По значению x-координаты каждой искры программа определяет принадлежность всех искр к одному из 50-ти искровых промежутков спектрометра и одновременно определяет количество искр в каждом промежутке.

a/



б/



в/



Рис. 4. Одно-, двух- и трехлучевое событие, восстановленное на экране дисплея по данным, полученным при обработке снимков с МИС на полуавтомате ПУОС.

Далее формирует головной массив, массив описания события, массив меток и адресов реперных крестов, массив y -адресов координат искр, массив y -координат всех искр и массив x -координат искровых промежутков в полном соответствии с требованиями формата РОМЕО.

Вторая часть программы ДИСПЛЕЙ-ПУОС после упаковки данных в формате РОМЕО позволяет оператору сформировать изображение кадра на экране дисплея. После дисплейной проверки данных оператор имеет возможность записать данный кадр в формате РОМЕО на выходную магнитную ленту.

Работу с использованием дисплея можно проводить в автоматическом режиме, когда события последовательно считываются с маг-

нитной ленты, переводятся в формат РОМЕО, высвечиваются в течение заданного промежутка времени на экране дисплея и затем записываются на выходную магнитную ленту. Оператор лишь следит за правильностью высвечиваемых на экране данных. Однако в любой момент времени он может задержать изображение кадра на экране дисплея и произвести его более подробный анализ.

На рис. 4 для иллюстрации представлены результаты работы программы ДИСПЛЕЙ-ПУОС. В отличие от снимков, прошедших измерение на автомате НРД /рис. 1/, на изображениях кадров, сформированных по данным ПУОСа, полностью отсутствует фон.

На основе программы ДИСПЛЕЙ-ПУОС был создан новый ее вариант - ДИСПЛЕЙ-ПУОС 2, позволяющий выводить на экран дисплея информацию, полученную при обработке на полуавтоматах ПУОС снимков с пузырьковых камер. На рис. 5 приведен пример изображения снимков с 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ОИЯИ, полученного с помощью программы ДИСПЛЕЙ-ПУОС 2.

5. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДИСПЛЕЯ К РАБОТЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ HAZE 1 И HAZE 2

В системе НРД программный комплекс HAZE 1 управляет процессом измерения снимков с пузырьковых камер. Программа HAZE 2 выполняет фильтрацию "дороги" трека, прослеженного программой HAZE 1.

Для вывода информации из этих двух программных комплексов на экран дисплея была создана программа ДИСПЛЕЙ-HAZE. Основой для ее разработки являлась одна из программ созданного ранее дисплейного математического обеспечения автоматической обработки снимков с МИС - программа ДИСПЛЕЙ-ФИЛЬТР^{5/}. При работе с программой ДИСПЛЕЙ-HAZE используются магнитные лен-

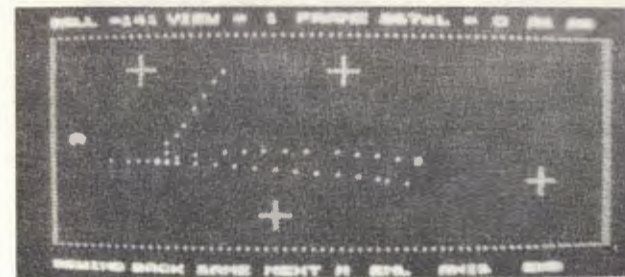
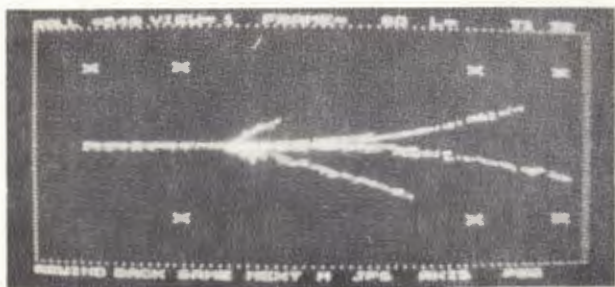


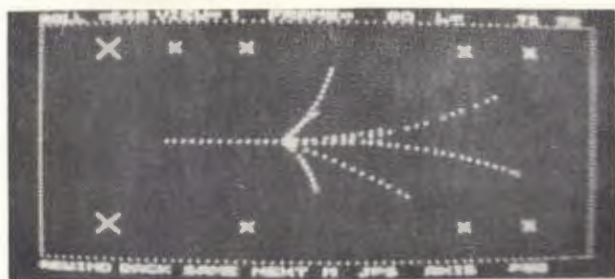
Рис. 5. Изображение снимка с 2-метровой пропановой пузырьковой камеры, сформированное на экране дисплея на основе данных с полуавтомата ПУОС с помощью программы ДИСПЛЕЙ-ПУОС 2.

ты, на которых записана информация о событии /одной и той же проекции кадра/ после его обработки по программам HAZE1 и HAZE2. Сформированное изображение представлено в системе координат нормального сканирования на НРД. Оно содержит координаты измеренных реперных крестов, два начальных креста отсчета, координаты отсчета "дороги" треков и/или координаты мастер-точек на измеренных треках. Так же, как в программе ДИСПЛЕЙ-ФИЛЬТР и в программе ДИСПЛЕЙ-HAZE, предусмотрены различные режимы работы как с магнитной лентой, содержащей входную информацию, так и с изображением кадра на экране, в частности режим наложения изображений, позволяющий осуществлять визуальный контроль качества фильтрации и оперативно влиять на настройку программного комплекса HAZE1.

Использование дисплея на этапе фильтрации данных позволяет оперативно оценивать результаты работы программы HAZE2 еще до обработки данных по физическим программам. На рис.6 приведены примеры изображений кадра, сформированные на экране дисплея программой ДИСПЛЕЙ-HAZE на основе данных, полученных по программам HAZE1 и HAZE2.



а/



б/

Рис.6. Изображения кадра, сформированные на экране дисплея программой ДИСПЛЕЙ-HAZE: а/ данные программы HAZE1 /только нормальное сканирование/; б/ данные программы HAZE2 /нормальное и абнормальное сканирование/.

6. ПРИМЕНЕНИЕ ДИСПЛЕЯ ПРИ СОЗДАНИИ И ОТЛАДКЕ НОВОГО ВАРИАНТА ПРОГРАММ УПАКОВКИ НРД-ДАНЫХ С МИС В РЕАЛЬНОЕ ВРЕМЯ

Новый вариант упаковки данных с МИС^{/15/} позволяет существенно /почти в три раза/ сокращать количество магнитных лент, используемых для хранения первичной численной информации. Такое резкое сокращение объема магнитных лент было достигнуто благодаря следующим обстоятельствам: 1 - обработке блока служебной информации еще до записи НРД-данных на магнитную ленту, 2 - исключению не использованных в дальнейшем координат W и FGC из формата данных, 3 - более плотной упаковке у-координат, 4 - исключению из дальнейшей обработки полос снимка заведомо не содержащих полезной информации /отсчеты вне чувствительного объема искровых камер и полосы между "колонками" реперных крестов^{/15/}.

Разработанная ранее программа ДИСПЛЕЙ-НРД^{/5/}, предназначенная для представления изображения снимка, сформированного из НРД-данных на экране дисплея, позволила использовать дисплей и во время разработки программ нового варианта упаковки данных. На ее основе был разработан расширенный вариант - программа ДИСПЛЕЙ-НРД-2, которая позволила формировать на экране дисплея изображения снимков из данных, записанных на магнитных лентах как в "старом", так и в "новом" формате упаковки. Наглядное



а/



б/

Рис.7. Изображение одного блока кадра, сформированного на основе данных с МИС: а/ "старый" формат; б/ "новый" формат упаковки.

представление данных, возможность сравнения результатов и контроль за сохранностью полезной информации позволили в короткие сроки завершить разработку необходимого математического обеспечения. В настоящее время усовершенствованный вариант программы упаковки НРД-данных с МИС в реальное время сканирования введен в производственную эксплуатацию.

На рис. 7 представлен один блок кадра №520, сформированный на экране дисплея с помощью программы ДИСПЛЕЙ-НРД-2 на основе данных, записанных на магнитной ленте: а/ в "старом" формате; б/ в "новом" формате упаковки.

Авторы выражают благодарность Н.Д.Дикусару за помощь при выполнении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карлов А.А. В кн.: ЭВМ в ядерных исследованиях. Международная школа. Ташкент, 1974, ОИЯИ, Д10,11-8450, Дубна, 1975, с.165-201.
2. Нэргуй Б., Ососков Г.А. В кн.: Программирование и математические методы решения физических задач. ОИЯИ, Д10,11-11264, Дубна, 1978, с.460.
3. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, 10-10338, Дубна, 1976.
4. Ружичка Я. и др. ОИЯИ, 10-11214, Дубна, 1978.
5. Дикусар Н.Д., Ружичка Я. ОИЯИ, 10-11526, Дубна, 1978.
6. Vasilier P. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1976, v.135, p.427-433.
7. Vasilier P. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1979, v.160, No.2.
8. Вишняков В.В. и др. ОИЯИ, Р1-11321, Дубна, 1978.
9. Вишняков В.В. и др. ОИЯИ, Р1-11538, Дубна, 1978.
10. Шигаев В.Н. ОИЯИ, 10-5968, Дубна, 1971.
11. Шелонцев И.И., Шигаев В.Н. ОИЯИ, 10-5728, Дубна, 1971.
12. Шигаев В.Н. ОИЯИ, 10-6799, Дубна, 1972.
13. Шигаев В.Н. ОИЯИ, 11-4655, Дубна, 1969.
14. Закамский Л.Л. ОИЯИ, 11-4655, Дубна, 1969.
15. Дикусар Н.Д. и др. ОИЯИ, Р10-12728, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1979 года.