

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Ц845<sup>8419</sup> 3477/2-78  
Д-458

25/viii-78  
10 - 14526

Н.Д.Дикусар, Я.Ружичка

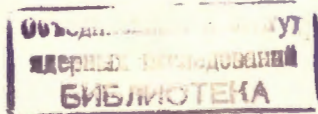
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЛЕЯ  
В СИСТЕМЕ ИЗМЕРЕНИЯ СНИМКОВ С МИС  
НА СКАНИРУЮЩЕМ АВТОМАТЕ НРД

**1978**

10 - 11526

Н.Д.Дикусар, Я.Ружичка

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЛЕЯ  
В СИСТЕМЕ ИЗМЕРЕНИЯ СНИМКОВ С МИС  
НА СКАНИРУЮЩЕМ АВТОМАТЕ НРД



Дикусар Н.Д., Ружичка Я.

10 - 11526

Использование дисплея в системе измерения снимков с МИС на сканирующем автомате HPD

Рассматриваются вопросы программного обеспечения и применения дисплея со световым карандашом при измерении и обработке снимков с МИС ОИЯИ на сканирующем автомате HPD.

Созданное программное обеспечение позволяет оперативно представлять изображение события на экране дисплея и является эффективным инструментом для проверки качества работы программ и аппаратуры.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Dikoussar N.D., Ružicka J.

10 - 11526

Display Used in the System for MIS Picture Measurement by HPD Scanner

The problems are considered related to the soft ware and application of the display with the light pen when measuring and processing the pictures from MIS (JINR) using the HPD scanner.

The created soft ware allows one to operatively reflect the event on the display screen and is an effective tool for checking the quality of operation of the programmes and apparatuses.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы использование дисплея при автоматизированной обработке экспериментальных данных с искровых и пузырьковых камер получает все более широкое распространение<sup>1,2,3/</sup>. При обработке filmовой информации дисплей обычно применяют для "спасания" событий, отбракованных программами геометрической реконструкции. Как показала практика, использование дисплея является весьма полезным также на начальных этапах автоматической обработки камерных снимков: в процессе сканирования снимков и фильтрации данных.

Ниже описываются и анализируются особенности использования дисплея в процессе измерения и обработки filmовой информации для экспериментов на пятиметровом магнитном искровом спектрометре ОИЯИ /МИС/<sup>4/</sup>.

Созданное математическое обеспечение с применением дисплейной техники на стадиях измерения и первичной обработки данных не только позволяет оперативно отображать картину события на экране, но и является весьма эффективным инструментом для проверки качества работы программ и аппаратуры.

## 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Пятиметровый магнитный искровой спектрометр, установленный на пучке отрицательных частиц ускорителя ИФВЭ в Серпухове, предназначен для изучения процессов дифракционной диссоциации  $\pi^-$  и К-мезонов на раз-

личных ядрах при импульсах 25 и 40 ГэВ/с. Для этих экспериментов характерными являются события с 3, 5 и 7 мезонами.

Регистрация событий производится блоками искровых камер /объем искровой камеры 1300x1100x20 мм<sup>3</sup>, общее число камер - 50/, размещенных в магнитном поле напряженностью 18 кГс на расстоянии 5 м. Один метровый блок содержит 5 пар искровых промежутков и фотографируется с помощью своей стереопары фотообъективов.

Для передачи изображения в фотообъективы используется система плоских зеркал /по два зеркала на каждый объектив/. Фотографирование событий производится на неперфорированной фотопленке /ширина фотопленки - 35 мм, толщина ~ 65 мкм/. Пять фотоснимков, полученных со всех искровых камер, вместе с блоком служебной информации и стоп-метками Бреннера образуют один стереокадр события.

На измерение и обработку стереоснимки поступают в виде рулонов фотопленки. Каждой стереопроекции соответствует свой рулон.

Для получения цифрового образа фотоснимка и его ввода в память ЭВМ служит сканирующий автомат НРД<sup>/5/</sup>, работающий совместно с вычислительной машиной среднего класса CDC-1604A<sup>/6/</sup>. Данные с НРД поступают в память ЭВМ в виде целых чисел, упакованных по 2 в одном машинном слове.

При измерении снимков с МИС диапазон изменения значений координат  $x$  и  $y$  составляет  $0 \leq x \leq 68000$  и  $7000 \leq y \leq 30000$  в единицах отсчета автомата /единица отсчета НРД равна ~ 2,5 мкм вдоль координаты  $x$  и ~ 1,5 мкм вдоль координаты  $y$ /. Развертка поля снимка с МИС содержит ~ 3000 строк. Для событий с 5-7 треками информационный поток с одного снимка при этом составляет около 25-30 000 координат, или 12-15 тысяч 48-разрядных слов в памяти ЭВМ. Этот объем изменяется в зависимости от фоновой загрузки снимка, а также от выбора порогового уровня дискриминации сигнала с НРД.

Процесс массового измерения и обработки снимков в нашем случае состоит из последовательности независимых этапов, обеспечивающих полный цикл измерения, первичную обработку изображений и формирование стандартных массивов данных для каждого события на выходной магнитной ленте /рис. 1/<sup>/7,8/</sup>. Большой объем данных и отсутствие быстрой внешней памяти на CDC-1604A служат серьезным препятствием для реализации эффективного режима совмещения этапов сканирования и фильтрации. Поэтому основной режим работы предусматривает использование магнитных лент /D, F, R, рис. 1, табл. 1/ для хранения промежуточной информации.

Таблица 1

Метка ленты	Индекс ленты для хранения событий	Объем данных/событие /48-разрядное слово/	Этап использования
D	1,2	2x30 000	сканирование
F	1,2	2x600	фильтрация
R	1	1200	фильтрация сборка ROMEO

Первичная информация, накопленная на лентах типа D отдельно для каждой проекции, поступает на фильтрацию для проведения обработки изображения. В процессе фильтрации распознается служебная информация снимка /№ пленки, № проекции, № кадра/, находятся координаты центров реперных крестов, координаты искри др. Результаты фильтрации записываются на магнитных лентах типа F также отдельно для каждой проекции, в специальном промежуточном формате.

На завершающем этапе происходит сборка данных на магнитную ленту R, которая служит входной лентой для программ дальнейшей обработки /программ распознавания, геометрической реконструкции и др./.

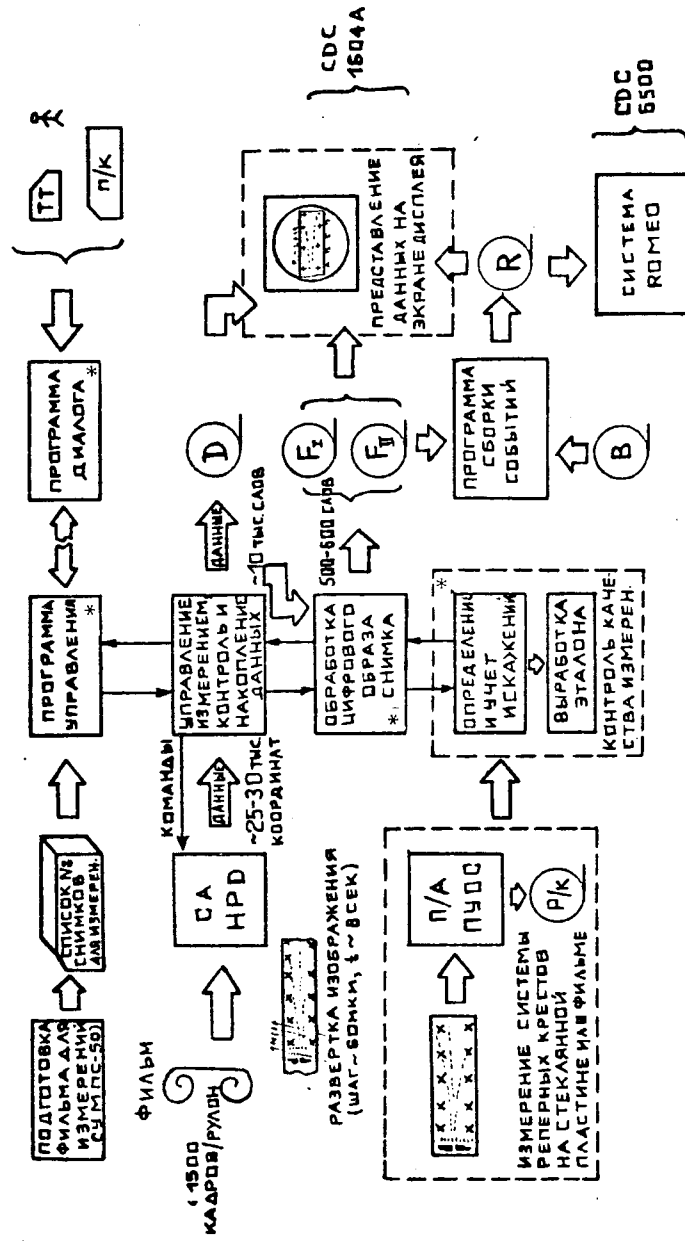


Рис. 1. Схема обработки данных при измерении снимков с МИС на НРД / \* - этапы, которые выполняются также и на CDC-6500 /.

Поэтому применение дисплея как средства для визуального контроля за результатами измерения и обработки осуществляется в автономном режиме с использованием данных на промежуточных магнитных лентах D, F, R.

К сожалению, ограниченные ресурсы ЭВМ CDC-1604A не позволили использовать дисплей в реальном времени измерения и обработки. Однако наличие второго процессора CDC-1604A/2 и связи процессоров CDC-1604A/1 и CDC-1604A/2 /9/ дало возможность осуществить применение дисплея также в режиме одновременной работы с процессом измерения на НРД.<sup>10</sup> В этом случае оператор имеет возможность наблюдать изображение снимка сразу после его сканирования, и поэтому такой режим особенно удобен при начальной настройке программ управления измерительным процессом, при выяснении причин сбоев в аппаратуре и в других непредвиденных ситуациях.

## 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСПЛЕЙНОЙ СВЯЗИ

В системе измерения снимков с МИС используется разработанный в ОИЯИ и подключенный к ЭВМ CDC-1604A точечный дисплей, оснащенный световым карандашом и позволяющий формировать на экране электронно-лучевой трубки изображение с дискретностью 1024x1024 точек при размере экрана 150x150 мм<sup>2/11</sup>. Дисплей не имеет собственной буквенно-цифровой клавиатуры. Однако применение дополнительного набора служебных подпрограмм обмена позволяет использовать пультовый теле-таип для ввода буквенной и цифровой информации с последующим высвечиванием ее на экране дисплея.

Формирование и модификация изображений на экране дисплея осуществляется с использованием библиотеки дисплейных подпрограмм, включенных в мониторную систему CDC-1604A<sup>12</sup>. Особенностью этого комплекса является возможность присваивания буквенно-цифровых названий отдельным частям изображения. Поскольку при работе со световым карандашом программе пользователя доступны не только координаты указанной точки,

но и название соответствующего объекта, последнее обстоятельство позволяет весьма гибко управлять работой ЭВМ непосредственно через экран дисплея.

На основе вышеупомянутой библиотеки дисплейных подпрограмм нами был разработан комплекс программ для обеспечения дисплейной обработки данных, полученных при измерении на автомате НРД снимков с магнитного искрового спектрометра ОИЯИ.

### 3. СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Общая структура программного обеспечения представлена в виде блок-схемы на рис. 2. На этой блок-схеме можно выделить три основных части: управляющую часть /осуществляет управление работой всего комплекса программ/; исполнительную часть /формирование в памяти ЭВМ изображения снимка, различных преобразований над ним, выдача изображения на экран и др./; аппарат настройки на заданные условия работы /работа с таблицей подбора режимов и параметров/.

После загрузки системы программ в память ЭВМ выполняется формирование объектов для постоянной выдачи их на экран дисплея в течение всего сеанса работы. Соответствующие подпрограммы формируют границы кадра, названия переменных для служебной информации /ROLL, VIEW, FRAME, L/, набор основных команд /REWIND, BACK, NEXT, AXIS, END/, таблицу дополнительных инструкций и т.п.

Диалог между программой и пользователем обеспечивается блоком управления с помощью светового карандаша и клавиатуры телетайпа. В этот момент пользователю предоставляется возможность продолжить работу программы в заданном режиме /первоначально формирование и высвечивание данных происходит при фиксированных, при загрузке программы, параметрах/ либо выйти на таблицу подбора параметров и изменения режима работы.

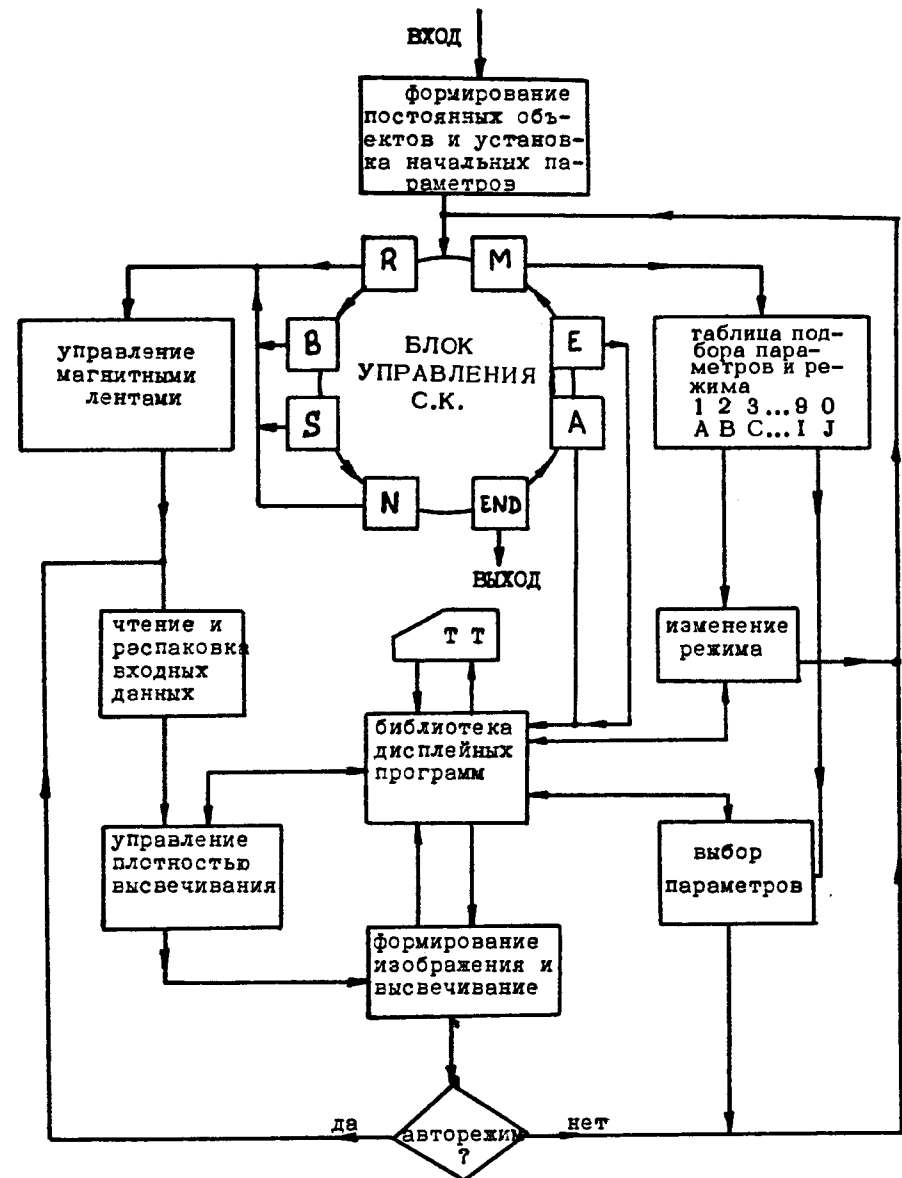


Рис. 2. Общая структура программного обеспечения.

Блок чтения и распаковки входных данных обеспечивает подготовку данных для формирования выходных массивов в соответствии с форматом используемой информации /данные с НРД , результаты фильтрации или результаты сборки/.

Формирование массивов данных для высвечивания изображения на экране выполняется по отдельным скан-линиям /при работе с данными НРД /, по "колонкам" реперных крестов и искровым промежуткам - в остальных случаях.

Блок управления плотностью высвечиваемых скан-линий позволяет регулировать объем первичных данных с НРД в границах технических возможностей дисплея.

Автоматический режим смены кадров задается с помощью ключа на пульте ЭВМ /ЖК -2/.

Рассмотрим более подробно работу этого комплекса программ.

### 3.1. Работа с данными, получаемыми с НРД

В этом режиме работы происходит восстановление на экране дисплея результатов сканирования, записанных на магнитных лентах типа D. Изображение кадра /или его части/ формируется в виде, соответствующем изображению на фотоснимке /или его части/, просканированном на НРД. Формирование изображения кадра выполняется следующим образом. Сначала определяются основные параметры, относящиеся к данному снимку /количество буферных записей на ленте D /, затем происходит распаковка служебной информации, установка начальных параметров для программы чтения и распаковки скан-линий и др. После этого уничтожается название объекта и сам объект ранее сформированного изображения, происходит чтение, распаковка и формирование, в заданных границах снимка, координат изображения скан-линий нового объекта. После завершения формирования кадра новому объекту присваивается название, объект выдается на экран дисплея и происходит возврат в блок управления. Дальнейший ход рабо-

ты программ определяется самим оператором, ведущим просмотр. При указании световым карандашом на любой из флагов, сформированных в начале работы программы на экране дисплея, идентифицируется сначала его название, а затем происходит переход в соответствующую подпрограмму или блок для выполнения выбранной команды. После исполнения команды снова происходит возврат в блок управления.

В режиме работы с данными, получаемыми с НРД , можно выполнять более 20 различных операций, обеспечивающих полное управление магнитной лентой и формирование графического изображения кадра в подходящем для работы виде /табл. 2/.

Кроме перечисленных в табл. 2, программа может выполнять также такие операции, как подвод магнитной ленты в точку начала записи любого кадра /вперед или назад/; режим просмотра, обеспечивающий последовательное высвечивание изображений на экране дисплея в течение заданного промежутка времени с автоматической сменой кадров; управление плотностью высвечиваемых скан-линий и др.

Таблица 2

Название команды	Команды блока управления
REWIND	Установка ленты с информацией в точку загрузки и высвечивание первого кадра
BACK	Возврат ленты к началу предыдущего кадра и высвечивание этого кадра
SAME	Повторное чтение и высвечивание текущего кадра
NEXT	Чтение и высвечивание на экране дисплея очередного кадра
AXIS	Высвечивание координатных осей
ENL	Изменение масштаба изображения на экране дисплея
M	Вызов таблицы дополнительных инструкций, рис. 3.

### Дополнительные инструкции

1	Запрос с телетайпа о количестве высвечиваемых скан-линий
2,3,4,5	Запрос значений границ высвечиваемой области кадра $Y_{\text{мин}}$ , $Y_{\text{макс}}$ , $X_{\text{мин}}$ , $X_{\text{макс}}$ соответственно
6	Установка стандартных значений границ высвечиваемой области кадра
7	Выборка режима работы с данными фильтрации
8	Выборка режима работы с данными, получаемыми с НРД
A,B,C,D,E	Выдача на экран дисплея 1,2,3,4,5 фотоснимков /блоков/ кадра
F	Переход на режим работы "DF"/режим наложения/
G,H,I,J,9,0	Возврат в блок управления /резерв/.

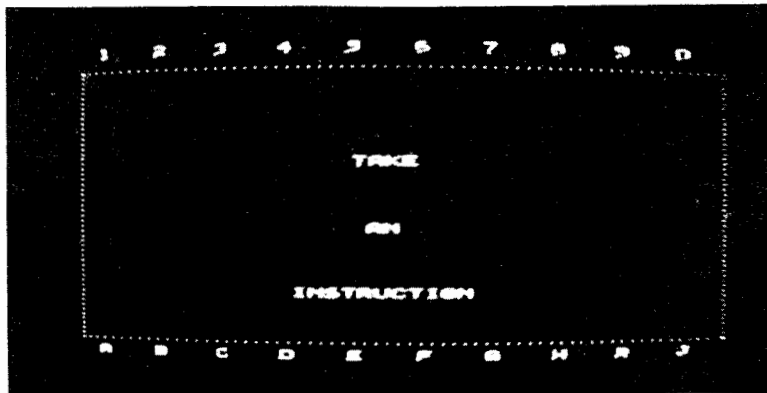


Рис. 3. Таблица дополнительных инструкций.

### 3.2. Работа с результатами фильтрации

При работе с результатами, выдаваемыми программами фильтрации, осуществляется чтение, распаковка

и вывод на экран дисплея информации, записанной на лентах типа F.

Блок служебной информации кадра / data box / на этом этапе обработки уже распакован, и поэтому его изображение на экране дисплея отсутствует. Служебная информация высвечивается в виде номеров вместе с названиями соответствующих переменных.

Координаты искр, обнаруженные программой фильтрации, формируются и высвечиваются на экране в соответствии с искровыми промежутками.

В результате фильтрации реперные кресты представлены в виде координат их центров. Поэтому при высвечивании реперных крестов изображения их плеч генерируются специальной подпрограммой.

Значительное сокращение объема данных после фильтрации позволяет вести распаковку, формирование и выдачу изображения на экран в течение 1-1,5 с.

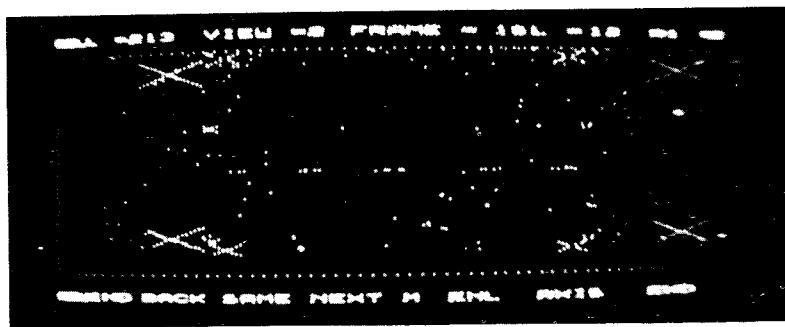
Для осуществления быстрого визуального контроля качества фильтрации данных путем сравнения графических изображений до и после фильтрации в программу введен режим высвечивания обоих изображений с наложением их друг на друга /режим DF /. При этом изображения данных фильтрации высвечиваются с повышенной яркостью и соответствующие им реперные кресты развернуты на  $45^\circ$ /см. рис. 4/.

Управляющая часть программы обеспечивает также режим с автоматической сменой кадров для их "просмотра" с высвечиванием на экране каждого изображения в течение заданного промежутка времени ( $\Delta t$ ). Этот режим обеспечивает отбор событий по заданной системе признаков, что является весьма эффективным средством, так как обзор снимков производится без задания каких-либо предварительных указаний.

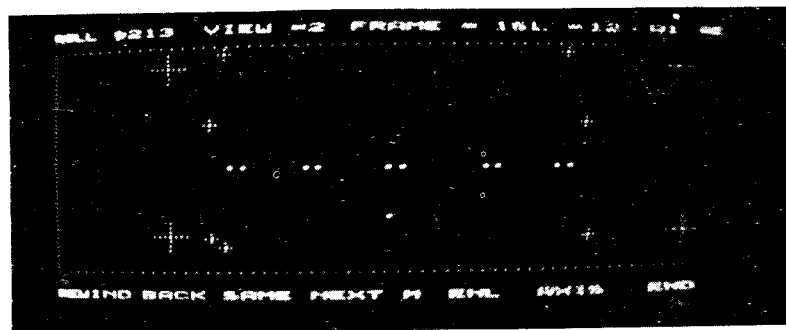
Работа пользователя с дисплеем происходит путем выполнения отдельных инструкций /табл. 2/ или их набора с помощью светового карандаша и клавиатуры пульта телетайпа. Например, для выхода на режим автоматической смены кадров требуется выполнить такие команды:

JK 2=1 → J.

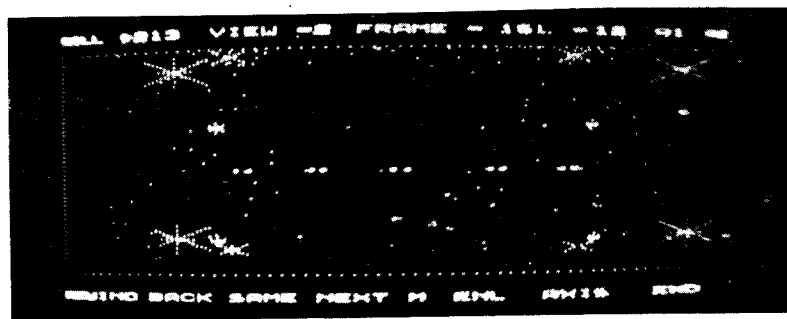




а/



б/



в/

Рис. 4. Изображение одного блока кадра на экране дисплея: а/ данные с НРД; б/ результаты фильтрации; в/ наложение друг на друга данных, представленных на рис. а и б.

где  $\rightarrow$  соответствует выборке световым карандашом. Последовательное выполнение команд  $\rightarrow$ М/см. табл. 2/,  $\rightarrow$ 4 /установить  $X_{\text{мин}}$  на телетайпе/,  $\rightarrow$  5 /установить  $X_{\text{макс}}$  на телетайпе/,  $\rightarrow$  J,  $\rightarrow$  NEXT /см. табл. 2/ обеспечивает выдачу на экран области служебной информации /см. рис. 5/.

Все это позволяет достаточно эффективно контролировать качество работы программ фильтрации и распознавания, а также является удобным средством для получения полезной информации о конкретной ситуации в той или иной области измеренного снимка.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как уже отмечалось, созданное программное обеспечение позволяет использовать дисплейную установку, подключенную к ЭВМ CDC-1604A, в процессе измерений на сканирующем автомате НРД снимков с пятиметрового искрового спектрометра ОИЯИ, а также на этапах фильтрации и сборки событий на выходных магнитных лентах.

Созданные программы дают широкие возможности для пользователя при отображении данных на экране дисплея и служат удобным средством как для выборки нужного события из внешней памяти, так и для управления самим процессом работы с дисплеем.

Визуальный контроль качества измерений обеспечивается прежде всего возможностью "наложения" результатов обработки на исходные данные с использованием таких операций, как изменение масштаба, управление подсветкой "результатирующих" точек и др.

Значительная часть результатов, полученных в этой работе, может быть использована при обработке трековой информации с установок других типов с фильмовым способом съема информации.

Авторы выражают благодарность Н.Н.Говоруну, А.А.Тяпкину, А.Ф.Писареву, О.А.Займидороге за постоянный интерес к работе и поддержку, а также инженерам по эксплуатации ЭВМ CDC-1604A и дисплея.

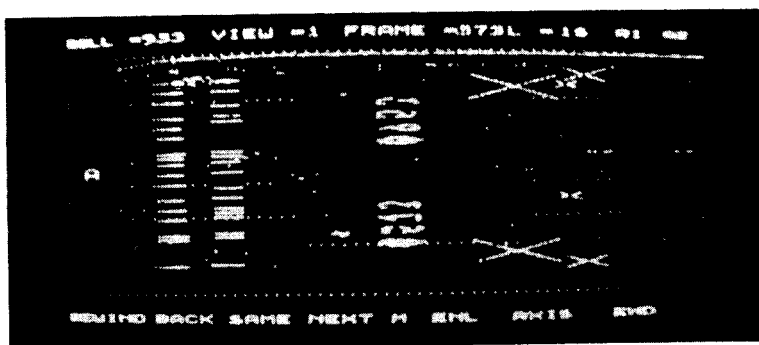


Рис. 5. Область служебной информации снимка /данные с НРД /.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Vandoni С.Е. В кн.: ЭВМ в ядерных исследованиях. III Международная школа, Ташкент, 1974. ОИЯИ, Д10,11-8450, Дубна, 1974, с.234-266.
2. Bell Computer Graphics Patching of Failed Cyclops Events for Spark Chamber Experiment, RHEL/R 205, Ang., 1970.
3. Карлов А.А., Приходько В.И. В кн.: ЭВМ в ядерных исследованиях. III Международная школа, Ташкент, 1974. ОИЯИ, Д10,11-8450, Дубна, 1974, с.202-216.
4. Анджеяк Р. и др. ОИЯИ, 13-3588, Дубна, 1967.
5. Алмазов В.Н. и др. ОИЯИ, 10-4513, Дубна, 1969.
6. Control Data 1604A Computer Customer Engineering Instruction Manual. Part 1, Theory of Operation, 1966.
7. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, 10-10338, Дубна, 1976.
8. Говорун Н.Н., Дикусар Н.Д. ОИЯИ, 10-10331, Дубна, 1976.
9. Безруков Б.А. и др. ОИЯИ, 10-9191, Дубна, 1975.
10. Ружичка Я. и др. ОИЯИ, 10-11214, Дубна, 1978.
11. Ефимова А.И. ОИЯИ, Р10-5387, Дубна, 1970.
12. Кавченко А.В. и др. ОИЯИ, 11-6176, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 апреля 1978 года.