

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P10-94-495

А.С.Никифоров¹, А.В.Пиляр,
В.А.Смирнов, А.Новак²

ПАКЕТ ПРОГРАММ DAD3D ДЛЯ СБОРА,
ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ
В СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Направлено в журнал «Открытые системы»

¹E-mail: nikiforo@lhe07.jinr.dubna.su

²ИАФ-ИФТМ, Бухарест, Румыния

Пакет программ DAD3D для сбора, обработки и отображения данных в системах реального времени

Пакет программ DAD3D написан на языке Си и предназначен для сбора, обработки, отображения данных в реальном времени с экспериментальных физических установок, системы автоматизации которых основаны на ЭВМ типа IBM PC. Пакет построен по принципу многоканального анализатора. DAD3D характеризуется большим набором функциональных возможностей: удобный дружеский интерфейс с пользователем, работа с окнами, поддержка мышки, одно-, двумерные резидентные и псевдогистограммы, отображение поступающих данных в ходе их набора. Весь набор функциональных возможностей пакета программ DAD3D определяет широкий круг задач, где он может быть использован. Разработанный механизм двумерных псевдогистограмм для пакета DAD3D позволяет регистрировать и накапливать огромное количество событий (10^{13}). В гистограммах они накапливаются без потери значащей информации, т.е. с точностью, определяемой внешними измерительными приборами (обычно пять значащих цифр).

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1994

Перевод авторов

Nikiforov A.S. et al.

P10-94-495

DAD3D Program Package for Data Acquisition, Processing and Analysis in Real-Time Systems

The program package DAD3D written in C language is intended for ON-LINE data acquisition and real time processing, and control of experimental physics installations by IBM PC. Being realized on the principle of multichannel analyser, the program package DAD3D offers a mode set of different functions and facilities: a friendly user's interface, a window system, alternative use of a keyboard and a mouse, one- and two-dimensional histograms, a dynamic display of data acquisition process. This multitude of facilities determines a wide range of physical experiments to be carried out with our program package. The newly developed mechanism of two-dimensional pseudohistograms localized in the DOS RAM (640 Kbyte), can register a very large number of events (10^{13}). In this matrix, events are stored without a loss of significant information, i.e. with precision of external electronic equipment (usually up to 5 significant digits).

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1994

ВВЕДЕНИЕ

Системы автоматизации экспериментальных установок на базе ЭВМ обеспечивают ряд функциональных возможностей: 1) Диалог экспериментатора с ЭВМ. 2) Управление аппаратурой. 3) Диагностика работы аппаратуры. 4) Управление процессом сбора данных. 5) Накопление данных. 6) Экспресс обработка данных. 7) Отображение результатов работы в удобной для экспериментатора форме.

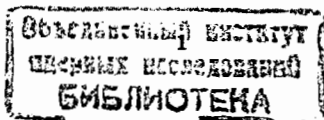
Создаваемые современные спектрометрические экспериментальные установки в физике высоких энергий характеризуются тенденцией к все большему усложнению, и как следствие возрастают требования к системам автоматизации, а также усложняется процесс их создания.

В данной публикации описывается переносимый пакет программ DAD3D. В нем реализован принцип многоканального анализатора, что дает возможность использовать пакет программ в системах реального времени для сбора, обработки и отображения данных на различных экспериментальных физических установках.

Изначально пакет программ создавался для спектрометров физики высоких энергий. Функциональные возможности пакета позволяют его адаптировать для широкого круга физических задач.

В настоящее время пакет программ DAD3D работает на спектрометрических установках ЛВЭ ОИЯИ СФЕРА[1], ДИСК[2], на внутренней мишени НУКЛОТРОНА[3], а также на установках по исследованию тепловой сверхпроводимости[4] и при разработке аппаратуры в стандарте КАМАК.

Пакет DAD3D написан на языке Си[5].



1. ИНТЕРФЕЙСЫ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ

Пакет программ DAD3D имеет несколько интерфейсов с пользователем, которые применяются в зависимости от квалификации пользователя.

Для некоторых экспериментальных стендов пакет DAD3D работает, не требуя какого-либо вмешательства программиста. Это обеспечивается большим набором функциональных возможностей, содержащихся в пакете.

1.1. ДРУЖЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ

Пакет программ DAD3D содержит дружеский интерфейс с пользователем. Он автоматически поставляет пользователю справочную информацию на экране в процессе ввода команд.

При наличии мышки управление работой пакета программ DAD3D существенно упрощается. Множество команд пакета можно условно разделить на два типа:

- 1) Команды, выполняющиеся одновременным нажатием нескольких клавиш.
- 2) Текстовые команды с параметрами.

Доступные для выполнения в текущий момент времени команды первого типа отображены в меню, расположенном на экране справа (рис.1).

Перемещение и управление внутри этого меню осуществляется клавишами PgUp, PgDn, "5" или с помощью мышки. При этом, нижняя строка экрана содержит справочную информацию о текущей команде меню. Команды меню обеспечивают:

- 1) Вызов на экран подробного описания системы DAD3D.
- 2) Управление графическими изображениями в различных окнах.
- 3) Вызов дополнительного меню для ввода текстовых команд с параметрами.

Для ввода текстовых команд с параметрами в пакете программ DAD3D содержится система вложенных меню (рис.3). Оно освобождает пользователя от запоминания списка команд вместе с их параметрами. Это меню автоматически сопровождает пользователя требуемой справочной информацией при просмотре списка имеющихся команд пакета, а также в дальнейшем при вводе любой команды и ее параметров.

1.2. МНОГООКОННЫЙ ИНТЕРФЕЙС

Пакет DAD3D работает в многооконном режиме. Окна используются для графического отображения одно-, дву-, трехмерных изображений гистограмм и функций (рис. 1 и 2).

При желании пользователь может подобрать для себя более приятный набор цветов для составляющих элементов окон (цифры, шкала, сетка и т.д.).

Для более подробного исследования функций и гистограмм DAD3D позволяет накладывать несколько изображений в окнах друг на друга.

1.2.1 УПРАВЛЕНИЕ ТЕКУЩИМ ОКНОМ

На экране могут быть открыты сразу несколько окон, но только одно из них будет текущим окном. Оно отмечено символом решетки (#) в правом верхнем углу окна (рис. 1).

Переключение текущего окна осуществляется мышкой или командой меню. То же меню содержит набор управляющих команд для текущего окна. Этот набор позволяет осуществлять поворот, масштабирование, выбор интересующего участка изображения, переопределение цветов окна, выбор формы графических элементов для гистограмм и функций (точка, крест, круг, столбик и т.д.).

1.2.2 МАРКЕРЫ В ТЕКУЩЕМ ОКНЕ

Если в текущем окне, которое содержит изображение функциональной зависимости или гистограммы пользователь вызывает прямоугольный маркер, то в окне появляются численные значения центра тяжести фигуры, дисперсия, количество каналов с данными, сумма значений в каналах, количество каналов в окне. Вертикальным отрезком прямой рисуется центр тяжести фигуры, а горизонтальным отрезком корень из дисперсии.

Прямоугольный маркер передвигается внутри окна, а также растягивается и сжимается вдоль осей X и Y. Это позволяет выделить интересующую область и увеличить ее до размеров текущего окна.

Прямоугольный маркер имеет вертикальную линию проходящую через его центр. Эта линия указывает на один из каналов оси X и на соответствующее значение функции или гистограммы. Эти два значения отображаются в небольшой области верхней части окна. Передвигая маркер, пользователь получает точную информацию о значении функции или гистограммы в выбранном канале на оси X. Управление маркером осуществляется мышкой или командой меню.

Для перемещения, растягивания, сжатия маркера нужно просто ухватиться мышкой за один из его углов. Если мышкой ухватиться за центр маркера, то область внутри него будет увеличена до размеров текущего окна.

Когда маркер появится в окне, можно мышкой (или командами меню) указать на два соседних окна, тогда, если далее ухватиться мышкой за центр маркера, то команда сбрасывает охватываемую маркером область в одно из соседних окон, работая как увеличительное стекло; другое соседнее окно будет содержать численную информацию об охватываемой области: значение центра тяжести фигуры, корень из дисперсии, количество каналов с данными, сумма значений каналов.

Пользователю предоставляются те же функциональные возможности работы с маркером, когда в текущем окне имеется несколько наложенных друг на друга функций и/или гистограмм.

2. ОДНОМЕРНЫЕ ГИСТОГРАММЫ/ФУНКЦИИ

Одномерная гистограмма - одномерный массив оперативной памяти. Каждая ячейка этого массива является каналом гистограммы. Одномерная гистограмма логически связана с интервалом на оси X, который содержит ее каналы.

По команде пользователя, пакет программ DAD3D создает одномерные гистограммы. Количество гистограмм ограничивается только размером имеющейся оперативной памяти компьютера. Например на установке СФЕРА используется одновременно несколько сотен одномерных гистограмм.

Если гистограмма/функция отображена в окно, то в процессе сбора данных пакет программ DAD3D показывает данные по мере их поступления в реальном времени и производит автоматическое масштабирование, если изображение касается верхней части окна.

3. ДВУМЕРНЫЕ РЕЗИДЕНТНЫЕ ГИСТОГРАММЫ

Двумерная резидентная гистограмма представляет собой двумерный массив в оперативной памяти компьютера. Эта гистограмма логически связывается с двумя интервалами на осях X и Y, которые содержат её каналы. Первый индекс массива определяет количество каналов в выбранном интервале на оси X, а второй индекс на оси Y.

Любой паре каналов из интервалов на осях X и Y соответствует только одна ячейка двумерного массива, то есть один элемент двумерной гистограммы.

Двумерные гистограммы в пакете DAD3D делятся на резидентные и псевдогистограммы.

Для резидентных двумерных гистограмм пакет программ DAD3D резервирует требуемое количество оперативной памяти на шаге их создания. Количество создаваемых гистограмм ограничено только объемом имеющейся оперативной памяти компьютера.

Пакет DAD3D отображает гистограммы в окне в виде двумерных/трехмерных изображений. Двумерное изображение гистограммы соответствует виду сверху, а трехмерное виду сбоку. Элементы изображения раскрываются в зависимости от значения ячеек массива. В левой части окна располагается цветовая шкала. Трехмерное изображение (рис. 2) рисуется в виде набора вертикальных столбиков или огибающей поверхностью. Набор команд меню позволяет вращать; масштабировать изображение, менять его окраску и т.д.

4. ДВУМЕРНЫЕ ПСЕВДОГИСТОГРАММЫ

Одной из особенностей пакета программ DAD3D является способность создавать двумерные псевдогистограммы. Любые ячейки двумерной псевдогистограммы инициализируются, тогда и только тогда, когда требуется положить данные в её ячейку, то есть неиспользуемые ячейки этой гистограммы не резервируют оперативную память компьютера.

Пакет программ DAD3D может создавать двумерные псевдогистограммы с максимальным количеством каналов - 25000 одновременно по обеим осям X и Y, эти двумерные псевдогистограммы содержат до 625 миллионов ячеек. Для полного, т.е. резидентного размещения массива с таким количеством ячеек (625 млн) потребовалась бы оперативная память в объеме в 10000 раз большем, чем область памяти (640 кбайт-DOS), которой работает сам пакет программ DAD3D.

5. ПРЕИМУЩЕСТВА МЕХАНИЗМА ДВУМЕРНЫХ ПСЕВДОГИСТОГРАММ В ПРОЦЕССЕ СБОРА ДАННЫХ

Механизм двумерных псевдогистограмм реализует экономное расходование оперативной памяти компьютера, и как следствие даёт возможность проведения физических измерений на качественно новом уровне[4].

Механизм двумерных псевдогистограмм оказывается очень эффективным при получении экспериментальных функциональных зависимостей (например ток-напряжение, температура-сопротивление и т.д.). Огромное количество каналов этих гистограмм позволяет вести наблюдение за исследуемыми процессами с прецизионной точностью, потому что есть возможность все поступающие экспериментальные данные накапливать в двумерной псевдогистограмме без округления. Другими словами двумерная псевдогистограмма способна в ходе эксперимента накапливать все экспериментальные данные о наблюдаемом процессе (даже если эксперимент длится многие часы!). Дополнительно можно отметить, что внесение данных в гистограмму осуществляется достаточно быстро, потому что не требует обращения к твердому диску.

Фактически измерительные приборы дают конечное количество значений измеряемой величины в исследуемом интервале. Поэтому большое количество каналов двумерной псевдогистограммы позволяет любому показанию прибора поставить в соответствие один индивидуальный канал этой гистограммы.

В процессе сбора данных при экспериментальном измерении функциональной зависимости $Y=f(X)$ каждой паре полученных экспериментальных данных (X, Y) , где $(X \in dX, Y \in dY)^1$ в исследуемых интервалах, за счет большого количества каналов (dX, dY) механизм двумерных псевдогистограмм пакета DAD3D предоставляет индивидуальную ячейку двумерной псевдогистограммы. Эта ячейка инициализируется единицей при первом обращении, а при последующих обращениях к ней она увеличивается каждый раз на единицу. Число, содержащееся в ячейке гистограммы, говорит о том, сколько раз в процессе сбора данных пара экспериментальных чисел (X, Y) , где $(X \in dX, Y \in dY)$, указывала на данную ячейку псевдогистограммы.

Другими словами, каждая пара экспериментальных данных (X, Y) функциональной зависимости $Y=f(X)$ оставляет свой след в двумерной псевдогистограмме, увеличивая одну из её ячеек на единицу. Поэтому и говорится, что механизм двумерных псевдогистограмм обеспечивает накопление всех данных при экспериментальном измерении функциональных зависимостей $Y=f(X)$.

В обычном эксперименте при одном значении по оси X бывают несколько значений по оси Y (например, из-за шума). Поэтому данные размазываются в псевдодвумерной гистограмме в полосу, ширина которой зависит от величины шумов. Чем больше шумов накладывается на данные в ходе измерений, тем большее количество ячеек двумерной псевдогистограммы будет задействовано. Следовательно, в ходе измерений при большом количестве шумов оперативная память компьютера может быть

¹ dX и dY - пара каналов на осях (X, Y) , их ширина равна $(X_{\max} - X_{\min}) / (\text{кол-во каналов на оси } X)$ и $(Y_{\max} - Y_{\min}) / (\text{кол-во каналов на оси } Y)$ соответственно.

быстро исчерпана для предоставления её под ячейки двумерной псевдогистограммы.

В этом случае пользователь может выбрать меньшие интервалы на осях (X, Y) и/или увеличить ширину каналов. Увеличение ширины каналов на осях ведет к частичному округлению накапливаемых данных, для многих экспериментов это вполне допустимо.

В процессе сбора данных или в конце эксперимента пакет DAD3D обрабатывает все данные, содержащиеся в двумерном псевдомассиве и для каждого канала на оси X вычисляет ряд параметров:

- 1) Количество ячеек, содержащих информацию;
- 2) Сумма значений ячеек, содержащих информацию;
- 3) Весовое среднее значение Y;
- 4) Разброс значений Y.

К примеру для сравнительно медленных процессов (например, в криогенике) в каждом канале по оси X, среднее весовое значение Y получается из многих сотен и тысяч измерений, при этом эксперимент может непрерывно длиться многие часы, и все огромное количество принятых данных упаковывается с помощью механизма двумерных псевдогистограмм в оперативной памяти компьютера.

5.1 ПРИСОЕДИНЕННЫЕ ОДНОМЕРНЫЕ ГИСТОГРАММЫ

Присоединенные гистограммы являются удобным дополнением к двумерным псевдогистограммам.

В отличие от предыдущих гистограмм, которые содержат сырую информацию, присоединенные гистограммы содержат обработанные данные.

Присоединенная гистограмма создается вместе с соответствующей двумерной псевдогистограммой. Получаемые в результате обработки весовые средние значения Y из двумерного псевдомассива заносятся в присоединенную гистограмму, которая в дальнейшем интерпретируется пакетом DAD3D как функция. Если в ходе эксперимента вывести эту присоединенную гистограмму (функцию) в окно, тогда пакет DAD3D уже в ходе набора данных будет динамически отображать измеряемую экспериментальную зависимость на экране. Такой режим может существенно замедлить процесс сбора данных, потому что при каждом измерении потребуется процессорное время на вывод графической информации в окно.

В частном случае присоединенная гистограмма превращается во временную развертку измеряемой величины, если ось X связать с временной шкалой.

Присоединенные гистограммы вместе с двумерными псевдогистограммами представляют собой единую систему в пакете DAD3D для экспериментального измерения функциональных зависимостей.

6. СБОР ДАННЫХ

В пакете DAD3D реализовано несколько каналов для набора экспериментальных данных, которые в конечном счете поступают в специально зарезервированный

коммуникационный буфер пакета программ DAD3D. Различные программы, резидентно находящиеся в оперативной памяти компьютера, могут получить адрес этого буфера через таблицу векторов и далее организовать свой канал передачи данных в коммуникационный буфер пакета DAD3D. Этот прием используется для организации сравнительно простых систем сбора и обработки данных на основе пакета программ DAD3D, например программа DRIVKAT (см. 6.1).

В случае использования пакета программ DAD3D для сравнительно сложных систем сбора данных (например, на спектрометрах физики высоких энергий) сбор данных организуют подпрограммы, являющиеся составной частью пакета DAD3D. Эти подпрограммы собраны в одном пользовательском файле USER.C, который входит в пакет программ DAD3D его составной частью. До настройки пакета программ DAD3D на конкретную экспериментальную аппаратуру файл USER.C содержит только десяток подпрограмм-пустышек. Далее эти подпрограммы-пустышки заполняются для организации сбора данных с фактически имеющейся аппаратуры.

6.1 ПРОГРАММНЫЙ АНАЛИЗАТОР ДЛЯ АППАРАТУРЫ КАМАК

Пакет программ DAD3D имеет встроенный режим программного анализатора для аппаратуры в стандарте КАМАК. Этот режим использует программу DRIVKAT[6]. Она реализует интерактивное выполнение обычных команд КАМАК - Z, C, I, NAF. Из них программа DRIVKAT создает блок команд, который можно выполнять в цикле или по шагам.

Одновременная работа DRIVKAT и пакета DAD3D создает удобный программный анализатор. Программа DRIVKAT берет данные с аппаратуры и передает их в пакет DAD3D, через входной коммуникационный буфер. В результате эти данные накапливаются пакетом DAD3D в виде гистограмм и функций, которые отображаются на экране в ходе эксперимента.

6.2. СБОР ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ИНТЕРФЕЙСНУЮ ПЛАТУ

Существует вариант пакета DAD3D адаптированный к интерфейсной многофункциональной плате, установленной в IBM PC. Эта плата содержит быстрые мультиплексируемые аналого-цифровые, цифроаналоговые преобразователи, входные и выходные регистры.

Адаптированный пакет DAD3D вместе с интерфейсной платой представляет собой аппаратно-программный комплекс (АПК), который ориентирован для решения сравнительно большого, но вполне определенного круга задач.

АПК способен вести одновременное наблюдение за множеством сигналов, изменяющихся во времени от нескольких миллисекунд до нескольких суток. В зависимости от конкретного эксперимента эти сигналы либо коррелируют между собой, либо независимы.

Информация о процессах отображается на экране в виде временных разверток (т.е. аналогично ленте самописца). Если измерительные датчики подключены к одному объекту, то АПК измеряет взаимозависимые сигналы, например, напряжение

ток или температура - сопротивление и т.д. Другими словами, АПК снимает временные развертки и экспериментальные функциональные зависимости.

Выходные аналоговые и цифровые сигналы интерфейсной платы предназначены для управления внешними устройствами (реле, двигателями и т.д.).

7. ВХОДНОЙ КОММУНИКАЦИОННЫЙ БУФЕР

Входной коммуникационный буфер состоит из трех частей:

1. Одномерный массив целых чисел (IV);
2. Одномерный массив чисел в плавающем формате (RV);
3. Буфер для упакованных данных, который используется, если требуется передать пакету DAD3D большой объем данных (например, в случае сброса пучка частиц ускорителя на мишень).

Любая одномерная гистограмма в пакете DAD3D логически связана с одним из элементов массива типа IV или RV, а любая двумерная гистограмма связана с двумя элементами массива IV или RV.

Элементы массивов IV и RV являются для гистограмм источниками данных в пакете программ DAD3D. В состоянии набора данных пакет DAD3D периодически просматривает содержимое ячеек IV и RV для накопления данных в соответствующих гистограммах.

8. БУФЕР УПАКОВАННЫХ ДАННЫХ

Буфер упакованных данных имеет определенную структуру-заголовок, за которым находятся события.

В заголовке первые четыре слова содержат служебную информацию: 1) количество слов в буфере; 2) контрольная сумма; 3) количество слов в заголовке; 4) количество слов в событии.

В режиме набора данных события последовательно выбираются из буфера и передаются на обработку. В реальном эксперименте при большом потоке данных не все события в буфере будут обработаны. В зависимости от команд оператора пакет DAD3D может записывать буферы упакованных данных в файлы для дальнейшей OFF-LINE обработки.

9. ФАЙЛЫ С ДАННЫМИ

Пакет программ DAD3D обрабатывает файлы с экспериментальными данными в режиме OFF-LINE. В этом режиме обрабатываются все события, поступающие из файлов.

В пакете есть маленькая программа DAD-ASC. Она переводит файлы с данными в текстовый вид, который читается форматным вводом из любой программы на языке FORTRAN для дальнейшей обработки известными математическими пакетами PAW[7], HPLOT[8], LOTUS[9], GRAPHIC[10] и т.д.

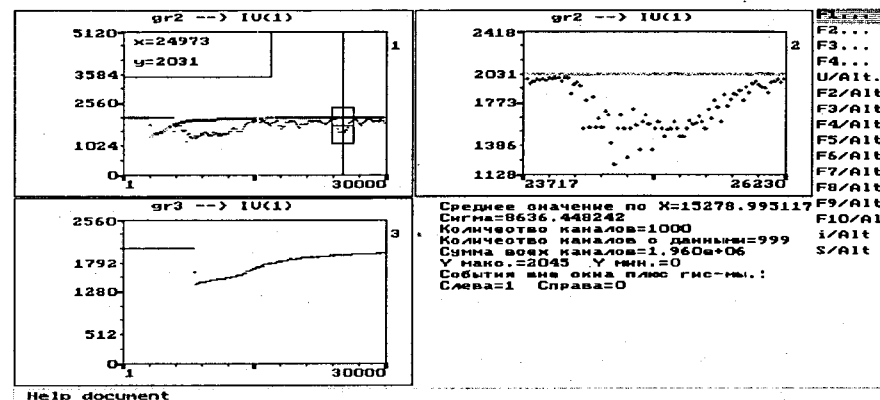


Рис. 1

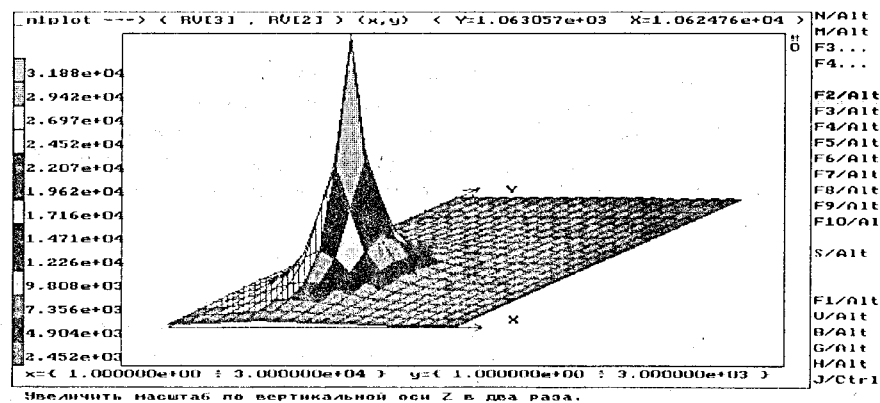


Рис. 2

TYPE	HIST	PUTON	SET	DEFINE	QUIT
CONTINUE	PAUSE	DISPLAY	BEGINRUN	CLEAR	SUSPENDRUN
RESUMERUN	ERASE	ENDRUN	MODE	CANAC	PLOT
CALCULATE	COPY	SAVE	LOAD	DOS	CONNECT
DIPILOT	PUTOFF				

DISPLAY - Отобразить в указанном окне одну из имеющихся гистограмм. После выполнения команды справа на экране появится дополнительное меню, которое содержит описание всех команд для управления (масштабирование, сдвиг, изменение цветов и т.д.) изображением в окне. Перемещение по этому меню с помощью клавиш PgUp и PgDn при этом самая нижняя строка содержит комментарий к выбранной команде. Выполняется выбранная команда из этого меню нажатием клавиши с цифрой '5', которая левее и ниже клавиши PgUp.

Рис. 3

Например, на установке **DISK OFF-LINE** обработка файлов с данными осуществляется пакетом **PAW**.

10. РЕЗИДЕНТНАЯ ПРОГРАММА DRV-TSR

Программа **DRV-TSR** может быть использована в любой системе сбора и обработки данных на основе пакета **DAD3D**. **DRV-TSR** - самостоятельная программа, которую пользователь *должен стартовать до* запуска пакета **DAD3D**. После старта **DAD3D** программа **DRV-TSR** имеет доступ в коммуникационный буфер пакета.

Программа **DRV-TSR** предназначена для пользователей, которые вносят небольшие изменения в процесс сбора и обработки данных, оставляя сам пакет **DAD3D** без изменений.

Из **DRV-TSR** можно контролировать процесс сбора данных, вносить в него изменения при самых минимальных усилиях на программирование со стороны пользователя. Например, написание строки

$$IV[3]=IV[2]*IV[1]$$

в программе **DRV-TSR** даст возможность через гистограмму, связанную с **IV[3]**, контролировать одновременное поступление данных в ячейки **IV[2]** и **IV[1]**. Дополнительно **DRV-TSR** может заполнять коммуникационный буфер данными и управлять внешней аппаратурой. Например, если с **АПК** (см. 6.2) использовать **DRV-TSR**, то можно будет проводить не только измерения, но и реализовывать автоматизацию экспериментальной установки на базе **АПК**.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной публикации описаны функциональные возможности переносимого пакета программ **DAD3D**. Пакет характеризуется большим набором функциональных возможностей: удобный дружеский интерфейс с пользователем, работа с окнами, поддержка мышки, одномерные гистограммы, двумерные резидентные гистограммы, двумерные псевдогистограммы, присоединенные гистограммы, отображение поступления данных в гистограммы в ходе набора данных. Пакет **DAD3D** ориентирован на работу в системах сбора, обработки и отображения данных в реальном времени для автоматизации экспериментальных установок. Большой набор экспериментальных установок от спектрометров физики высоких энергий до стендовых измерительных систем, где используется пакет **DAD3D**, говорит о большой гибкости алгоритмов программного обеспечения данного пакета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anisimov Yu.S. JINR Rapid Communications 5[5]-91, Dubna, 1991.
2. Аверичева Т.В. и др. ОИЯИ 1-11327, Дубна, 1978.
3. JINR Rapid communications 3[60]-93, Dubna, 1993.

4. Fischer E., Novac A., Nikiforov A.S., V.G. Lascu, Dyachkov E.I. Preprint IFA CS21, Bucurest, 1991. On-line system for high resolution electromagnetic and thermal measurements on HTS.
5. Белецкий Я. Энциклопедия языка Си. Издательство Мир, Москва, 1992.
6. Nikiforov A.S. LOW-DAD3D Integrated System for Data Acquisition and Data Processing. XV International Symposium on Nuclear Electronics and International Seminar CAMAC-92, Warsaw, 1992.
7. Braun R., Couet O., Vandoni C. and Zanarini P. PAW users guide, Program Library Q121. CERN, 1991.
8. Braun R. and Renshall H. HPLOT users guide, Program Library Y251. CERN, 1990.
9. Williamc J. Doyle, JR. Using SUPERCALC the Next Generation. JOHN WILEY & SONS. INC. New York•Brisbane•Toronto•Singapore.
10. GRAPHER. Golden Software, Inc. 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 декабря 1994 года.