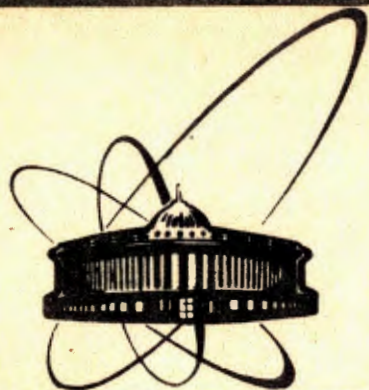


92-220



сообщения  
Объединенного  
Института  
Ядерных  
Исследований  
Дубна

P10-92-220

А. В. Рашевский, Б. Ю. Семенов

ПРОГРАММА SCREEN ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ,  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ, ОБРАБОТКИ И ВЫВОДА  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

1992

Разработанная программа - дальнейшее развитие пакета SCREEN /1/, адаптированного для персонального компьютера IBM PC с графическими картами CGA, EGA, VGA.

Программа обеспечивает:

- ввод информации с различных носителей или экспериментальных установок;
- наиболее удобную с точки зрения пользователя визуализацию этой информации благодаря разветвленным возможностям масштабирования, сдвига, введения зон, выделения цветом и т.д.
- различные виды математической обработки, например кусочно-линейную аппроксимацию экспериментальных кривых, поиск центра тяжести и дисперсии пика спектра;
- вывод информации на диски в виде файлов, на принтер в виде "твердой" копии экрана, вывод зон на принтер в цифровом или графическом виде.

Ряд прочих возможностей программы обеспечивает дополнительные удобства ее использования и расширяет область ее применения. К таким возможностям относятся: наличие подвижного маркера, возможность введения комментария в произвольном месте экрана, обмен информацией между рабочим буфером данных DATA и дополнительным буфером SAVE, возможность накопления без стирания предыдущей информации. Последнее качество позволяет фиксировать редкие события при большом общем потоке событий, например редкие сбои в работе аппаратуры. а совместное использование двух последних из перечисленных возможностей позволяет, например, одновременно видеть экспериментальную кривую и ее аппроксимацию.

Программа написана на языке TURBO PASCAL 6.0, загрузочный модуль программы занимает 54 Кбайт, включая буферы данных. Исходный текст программы располагается в 16 файлах: SCREEN.PAS, GLOB.PAS, PROC1.PAS, PROC2.PAS, USERA.PAS, USERC.PAS. Главная программа находится в файле SCREEN.PAS. В процессе компиляции остальные файлы интерпретируются

как INCLUDE-файлы. Файл GLOB.PAS содержит описание глобальных констант и переменных программы. INCLUDE-файлы содержат около 100 рабочих процедур, сформированных с учетом функциональной однотипности процедур. Например, файл PROC3.PAS содержит процедуры обработки подвижного маркера, а файл PROC6.PAS содержит процедуры вывода информации на печать. В силу этой структуры программа легко модифицируется для различного использования. Так, в /2/ описывается ее использование для управления системой диагностики пучка заряженных частиц, накопления, обработки и визуализации информации о профиле пучка в виде сечений и трехмерной картины. В /3/ упоминается об использовании программы для проектирования шрифтов принтеров. В ЛСВЭ ОИЯИ и НИИПФ (Ташкент) программа использовалась для обслуживания установок DLT-спектроскопии, снятия вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик полупроводниковых детекторов. В данной работе приводится пример использования программы для тестирования различных аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, выполненных в стандарте КАМАК.

Максимальное быстродействие программы в режиме амплитудного анализа при работе с компьютером "Правец-16", контроллером КК009/4/ и АЦП КА007/5/ составляет при регенерации экрана дисплея с периодом  $T_c = 11500$  соб/с, без регенерации -  $12500$  соб/с.

#### УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ

Управление программой построено по принципу "иерархического меню". В нижней части экрана всегда отображается строка "меню" с набором элементов. Использование клавиш управления движением курсора (стрелки "→" и "←") позволяет перемещаться к нужному элементу меню. Выбор элемента меню производится нажатием клавиши "+". Остальная часть экрана используется для двумерного графического отображения данных

и для служебной информации. В качестве служебной информации высвечиваются оси абсцисс (X) и ординат (Y), начальный и конечный адрес представленного на экране участка спектра, значение масштаба по оси Y, сообщения о состоянии системы, числовая информация, полученная в процессе математической обработки данных. Кроме перечисленного эта часть экрана может использоваться для двух дополнительных столбцов "меню".

В качестве команды введения комментария используется клавиша "+". На экране появится изображение курсора. Клавиши управления движением курсора "←", "→", "↑" и "↓" двигают курсор без стирания содержимого экрана. Предусмотрены два режима движения курсора: поточечно и посимвольно. Нужный режим выбирается нажатием клавиши "Tab". Клавиша "Пробел" двигает курсор вправо на 8 точек без стирания уже введенных комментариев и со стиранием спектра. Клавиша "BACKSPACE" двигает курсор влево на 8 точек со стиранием всех элементов изображения. Текст комментария вводится в месте положения курсора. Выход из режима введения комментария происходит при нажатии клавиши "Esc".

Ниже приводятся все элементы "меню" и необходимые пояснения.

Основное меню отображается в следующем виде:

XY-scl	Shift	Mark	Others	Send	User	Sample	Erase	Clear	Exit
--------	-------	------	--------	------	------	--------	-------	-------	------

SAMPLE - запись в буфер данных DATA тестовой прямой  $Y=X$ , где X- адрес в буфере данных, Y- содержимое буфера данных по адресу X;

ERASE - очистка буфера экрана;

CLEAR - очистка буфера данных DATA;

EXIT - выход из программы SCREEN;

XY-scl - переход в "подменю" управления масштабом:

Sx * 2	Sx / 2	Sx+256	Sx-256	Sy * 2	Sy / 2	Auto Y	Change		Exit
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	------

- Sx \* 2 - увеличение в 2 раза масштаба по оси X;  
 Sx / 2 - уменьшение в 2 раза масштаба по оси X;  
 Sx+256 - увеличение конечного адреса представленного на экране участка спектра на 256 каналов;  
 Sx-256 - уменьшение конечного адреса представленного на экране участка спектра на 256 каналов;  
 Sy \* 2 - увеличение в 2 раза масштаба по оси Y;  
 Sy / 2 - уменьшение в 2 раза масштаба по оси Y;  
 Auto Y - автоматическое масштабирование оси Y в зависимости от максимального значения в буфере данных DATA;  
 Change - обмен данными между буферами данных DATA и SAVE;  
 Exit - выход в основное "меню".

Shift - переход в "подменю" управления осью X:

SpLeft	SpRight	Xo+256	Xo-256	XoSet					Exit
--------	---------	--------	--------	-------	--	--	--	--	------

- Все элементы данного "подменю" осуществляют сдвиг представленного на экране участка спектра:  
 SpLeft - влево на I канал, т.е. увеличение начального и конечного адреса на I канал;  
 SpRight - вправо на I канал, т.е. уменьшение начального и конечного адреса на I канал;  
 Xo+256 - влево на 256 каналов, т.е. увеличение начального и конечного адреса на 256 каналов;  
 Xo-256 - вправо на 256 каналов, т.е. уменьшение начального и конечного

адреса на 256 каналов;

- XoSet - в ответ на выбор этого элемента "подменю" появляется сообщение программы: Xo(0...3584) = (RETURN);  
 необходимо ввести с клавиатуры начальный адрес представленного на экране участка спектра;  
 Exit - выход в основное "меню".

MARK - переход в "подменю" управления подвижным и фиксированными маркерами:

MMarker: Left, Right, Halt, Down, Up, Set; FMarker: Write, Clear, Allclear; Exit
--

Выбор необходимого элемента из данного "подменю" производится при нажатии начальной буквы элемента "подменю".

- Left - движение подвижного маркера влево; скорость движения зависит от числа нажатий буквы L;  
 Right - движение подвижного маркера вправо; скорость движения зависит от числа нажатий буквы R;  
 Halt - остановка подвижного маркера;  
 Down - перемещение подвижного маркера на 256 каналов влево;  
 Up - перемещение подвижного маркера на 256 каналов вправо;  
 Set - в ответ на выбор этого элемента "подменю" появляется сообщение программы: MARKER (0.4096) = (RETURN);  
 необходимо ввести с клавиатуры требуемый адрес положения подвижного маркера;  
 Write - запись фиксированного маркера;  
 Clear - стирание записанного последним фиксированного маркера;  
 Allclear - стирание всех фиксированных маркеров;  
 Exit - выход в основное "меню".

OTHERS - переход в "подменю" "Разное":

PIImage	HIImage	FlZone	ErZone	GrZone	PrZone	HardCp	FlSpec	Init	Exit
---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	------

PIIMAGE - переход в "точечный" режим изображения, т.е. со стиранием предыдущего содержимого экрана;

HIIMAGE - переход в "гистограммный" режим изображения, т.е. без стирания предыдущего содержимого экрана (новая информация "накладывается" на старую);

FLZONE - выделение цветом содержимого зон между фиксированными маркерами;

ERZONE - отмена выделения цветом содержимого зон между фиксированными маркерами;

GRZONE - вывод на печать содержимого зон между фиксированными маркерами в графическом виде;

PRZONE - вывод на печать содержимого зон между фиксированными маркерами в цифровом виде (в виде пар чисел: адрес и содержимое адреса);

HARDCP - графический вывод на печать поточечной копии всего экрана;

FLSPEC - выделение цветом всего представленного на экране участка спектра;

INIT - инициализация программы SCREEN (регенерация экрана и возврат в исходное состояние программы, соответствующее содержимому файла конфигурации программы SCREEN);

EXIT - выход в основное "меню".

SEND - переход в "подменю" обмена данными, состоящее из двух этапов. Первый этап - выбор источника информации:

FROM:	data	save	zone	red	green	blue	yell	Config	Exit
-------	------	------	------	-----	-------	------	------	--------	------

DATA И SAVE

- буферы данных в теле программы;

ZONE

- часть буфера данных DATA, соответствующая зонам между фиксированными маркерами;

RED, GREEN, BLUE, YELL - файлы данных на твердом диске;

CONFIG

при выборе элемента CONFIG происходит запись набора параметров, определяющих конфигурацию программы SCREEN, на твердый диск в файл CONF.SCR. В набор параметров входят: масштаб по оси Y, начальный и конечный адрес представленного на экране участка спектра (ось Y), положение подвижного и фиксированных маркеров, параметры таблиц BDIAL и DIAL (рис.1, 2).

Exit

- выход в основное "меню".

Второй этап - выбор приемника информации:

TO:	data	save	red	green	blue	yell			Exit
-----	------	------	-----	-------	------	------	--	--	------

Содержимое этого "подменю" аналогично содержимому "подменю" источников информации.

Управление набором команд и действий, необходимых для решения специфических задач конкретного пользователя, сосредоточено в "подменю" элемента USER. Представленное в приложении в качестве примера содержимое этого "подменю" обеспечивает управление программами тестирования различных АЦП и ЦАП, выполненных в стандарте КАМАК.

ПРИЛОЖЕНИЕ

User - переход в "подменю" пользователя:

BDial	Dial	Resol	IntNL	DiffNL	UserC				Exit
-------	------	-------	-------	--------	-------	--	--	--	------

**BDial** - переход в программу начальной настройки на конфигурацию аппаратуры и установки общих условий тестирования. Программа выводит на экран таблицу (рис.1), числа в правой колонке которой могут быть изменены пользователем. Четвертая строка таблицы позволяет задействовать программу выявления редких ошибок (ERROR), установив отличное от нуля отклонение результата измерения от аппроксимирующей передаточную характеристику ЦАП  $\rightarrow$  АЦП прямой.

**Dial** - переход в программу настройки режима тестирования. Программа выводит на экран таблицу (рис.2), числа в правой колонке которой могут быть изменены пользователем. Первая строка - номер исследуемого входа многовходового АЦП. Для одновходового АЦП в правой колонке этой строки должен устанавливаться нуль. Принятый в обсуждаемой работе способ измерения интегральной нелинейности требует кусочно-линейной аппроксимации полученной экспериментально передаточной характеристики ЦАП  $\rightarrow$  АЦП. Правая колонка 12-й строки позволяет пользователю установить число отрезков сглаживания.

**Resol** - программа определения разрешения. Результат работы программы представлен на рис.3. При заданных в диалоге (Dial) трех установках ЦАП ведется накопление информации, затем для каждого пика рассчитываются положение центра тяжести и ширина на уровне 0.6 в предположении, что пик - гауссиан. В верхней служебной строке имеется сообщение о быстродействии при выполнении

N станции DAC	(I..22)	7
N станции ADC	(I..22)	10
N станции регистра кво03	(I..22)	12
Отклонение (0 - запрет программы Error)		8
Управление накоплением, 0 - запрет упр.		
Период рег. экрана	(0,I..),с	1
Время накопления	(0,I..),с	0
Общее число событий	(0,I..)	0
Запрет вывода нулей в зоне (0)		0

Рис.1. Таблица начального диалога (BDial)

N входа ADC (0..8, N=0 $\rightarrow$ БПА-ОИФ )		6
Левая граница измерительной x-ки		300
Правая граница измерительной x-ки		600
Измерение разрешения		
Число точек пика спектра	(I...)	1000
Координата дополнительного пика	(I..4K)	2000
Измерение интегр. нелинейности		
Число точек пика спектра	(I...)	100
Шаг DAC:	(0...)	1
Число отрезков сглаживания	(I...)	4
Измерение дифф. нелинейности		
Число событий на канал	(I...)	500

Рис.2. Диалоговая таблица (Dial)

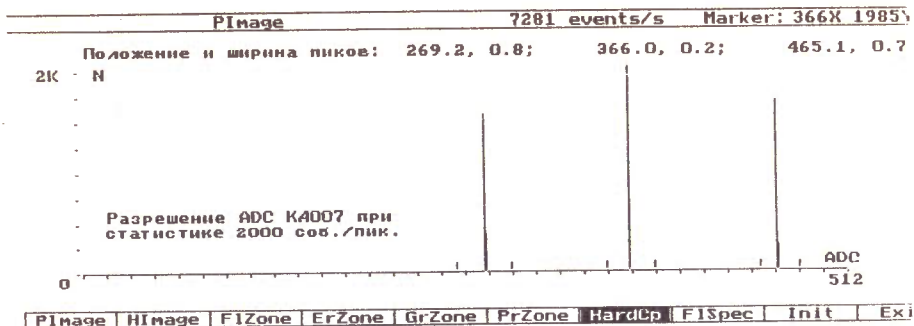


Рис.3. Результат работы программы RESOL

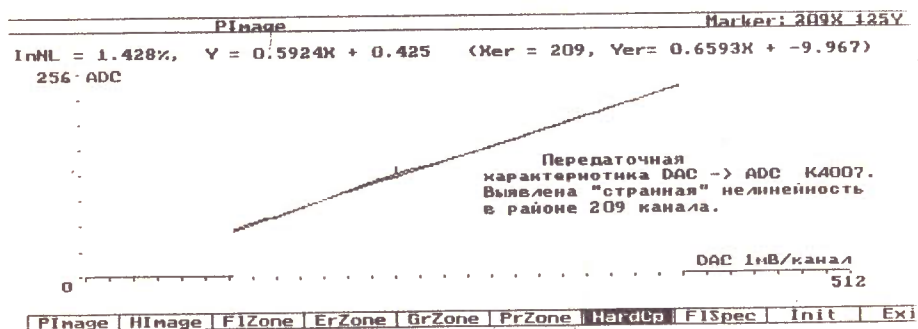


Рис.4. Результат работы программы INTNL

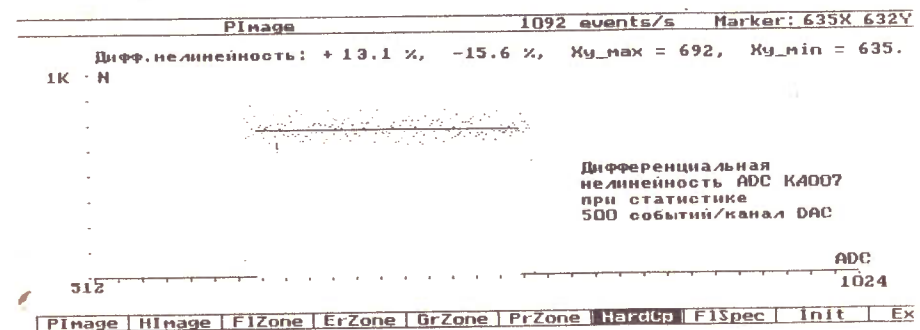


Рис.5. Результат работы программы DIFFNL

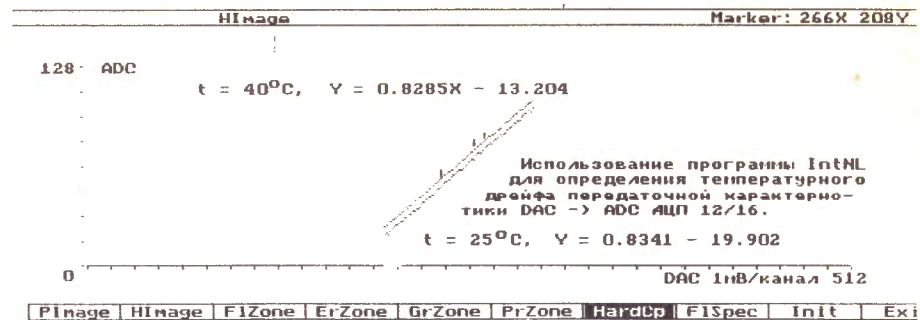
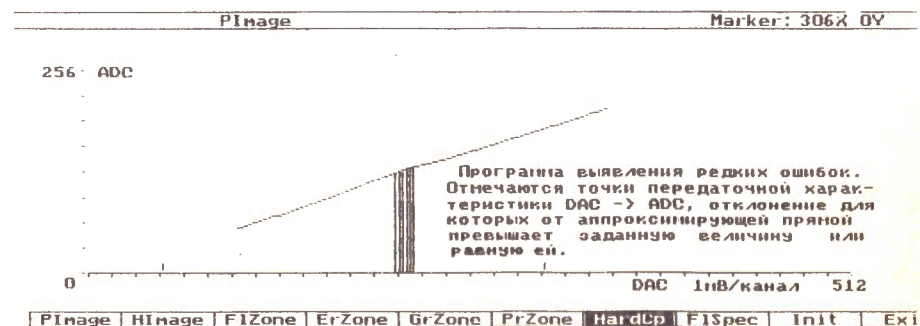


Рис.6. Температурный дрейф передаточной характеристики АЦП → ЦАП



206/ 127/ 123	209/ 129/ 125	211/ 130/ 126	214/ 132/ 128	216/ 133/ 129
218/ 134/ 130				

Рис.7. Результат работы программы выявления редких ошибок

программы. `IntNL` - программа определения интегральной нелинейности и выявления редких ошибок. Результат работы программы представлен на рис.4. Работа программы `IntNL` для случая не равного нулю значения правой колонки четвертой строки таблицы (рис.1) представлена на рис.7. Запуск программы выявления редких ошибок осуществляется ключом `IntNL`, при этом в четвертой строке диалоговой таблицы `BDial` должно быть задано отличное от нуля число. Точки передаточной характеристики, отклонение которых от аппроксимирующей прямой превышает это число или равно ему, будут отмечены, как это показано на рисунке. Более подробная информация о дефектных точках может быть выведена в цифровом виде на принтер, при этом:

- первое число из тройки чисел - адрес дефектной точки,
- второе число - содержимое по указанному адресу,
- третье число - ожидаемое правильное значение.

`DiffNL` - программа определения дифференциальной нелинейности. На рис.5 представлен массив точек, информирующий о количестве событий  $N$  в каждом из каналов АЦП, принадлежащих заданному диапазону. Массив получен в результате взаимодействия программного генератора случайных чисел, ЦАП и АЦП и несет информацию о дифференциальной нелинейности последнего. Представлена также аппроксимирующая этот массив методом наименьших квадратов прямая. Дифференциальная нелинейность определяется по максимальному отклонению точек массива от аппроксимирующей прямой. Координаты этих точек  $X_{y\_max}$  и  $X_{y\_min}$  выводятся на экран. В верхней служебной строке имеется сообщение о быстродействии при выполнении программы.

Рис.6 иллюстрирует температурный дрейф передаточной характеристики

АЦП  $\rightarrow$  ЦАП (АЦП  $I_2/I_6^{7/}$ ). Использовалась программа `IntNL`. В качестве термостата использовался прибор, описанный в /8/. Температурный коэффициент оказался равным 6 каналов/К.

`USERA` - программа амплитудного анализа.

`USERC` - программа записи в ЦАП;

`Exit` - выход в основное "меню".

Для генерации управляемых компьютером входных сигналов использовался специально разработанный для этой цели блок ЦАП2, отдельные параметры которого приведены ниже.

#### НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКА ЦАП2

Назначение	- преобразование 12-разрядного двоичного кода в сигнал напряжения или тока;
Ширина блока	- 17.2 мм;
Интегральная нелинейность	- 0.03%;
Дифференциальная нелинейность	- 13%;
Температурный дрейф	- 0.1 мВ/К;
Запись в блок по команде	- <code>NF(16)A(0)</code> ;
Коэффициент передачи блока может быть установлен в пределах	- (+2...-2) мВ/бит,
или при токовом выходном сигнале	- (+4...-4) мВ/бит.

Принципиальная электрическая схема блока ЦАП2 приведена на рис.8. Заметим, что схема формирования опорного напряжения для ЦАП2 (D4...D6) может использоваться самостоятельно как источник высокостабильного регулируемого напряжения или тока /8/.

В заключение авторы выражают благодарность Жильцову В.Е. за ряд полезных замечаний, высказанных в процессе обсуждения работы.



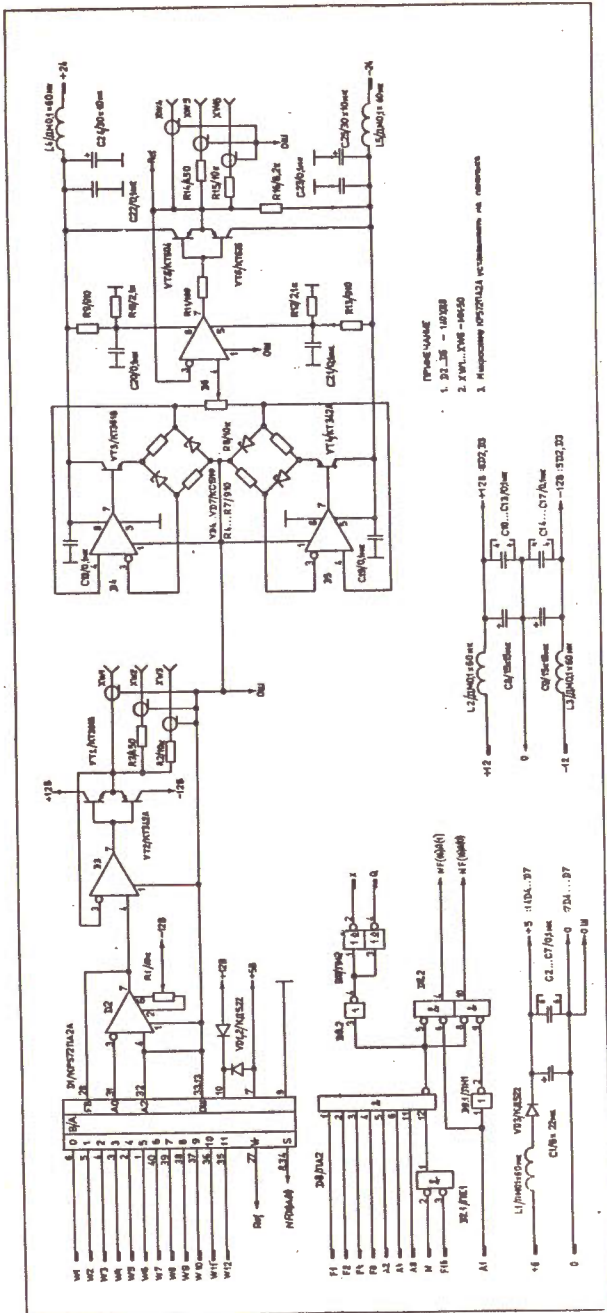


Рис.8. Принципиальная электрическая схема блока ЦАП12

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов Г.Р. и др. - ОИЯИ, 10-85-790, Дубна, 1985.
2. Семенов Б.Ю. и др. - ОИЯИ, Р13-85-913, Дубна, 1985.
3. Ирханов Б.Г. и др. - ОИЯИ, Р10-86-842, Дубна, 1986.
4. Антюхов В.А. и др. - ОИЯИ, Р10-87-928, Дубна, 1987.
5. Антюхов В.А. и др. - ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
6. Попов С.А. - ОИЯИ, Р10-86-398, Дубна, 1986.
7. Семенов Б.Ю. и др. - ОИЯИ, 13-85-916, Дубна, 1985.
8. Алимов Г.Р. и др. - ОИЯИ, Р10-85-798, Дубна, 1985.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 мая 1992 года.