

**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P10-87-152**

**Б.Тумэндэмбэрэл**

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРА  
С Ge(Li) -ДЕТЕКТОРОМ  
НА ЛИНИИ С ЭВМ MERA -60/45 И PDP -11/70**

**(Описание для пользователей)**

**1987**

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе описывается комплекс программ, предназначенных для обработки спектрометрических данных с целью исследования выхода остаточных ядер-продуктов, образующихся при фрагментации ядер пучками релятивистских ядер синхрофазотрона. Выходы, особенно независимые выходы ядер-продуктов, являются важными характеристиками процесса взаимодействий релятивистских ядер с атомными ядрами.

Комплекс (рис. 1) состоит из следующих, работающих на ЭВМ MERA-60/45, PDP-11/70 программ:

- SUM, PDPS — для приема и предварительной обработки спектров гамма-лучей;  
SM1, SM2, SM3 — для прецизионной обработки спектров и идентификации нуклидов.

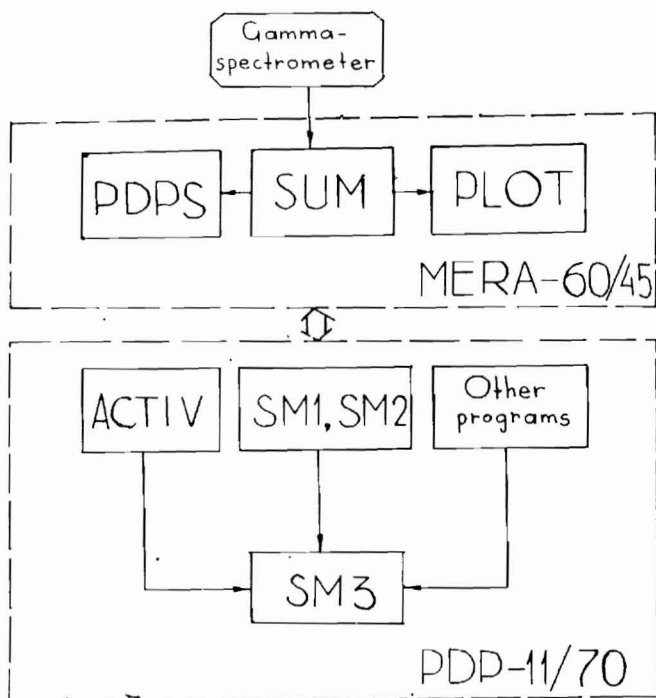


Рис. 1.

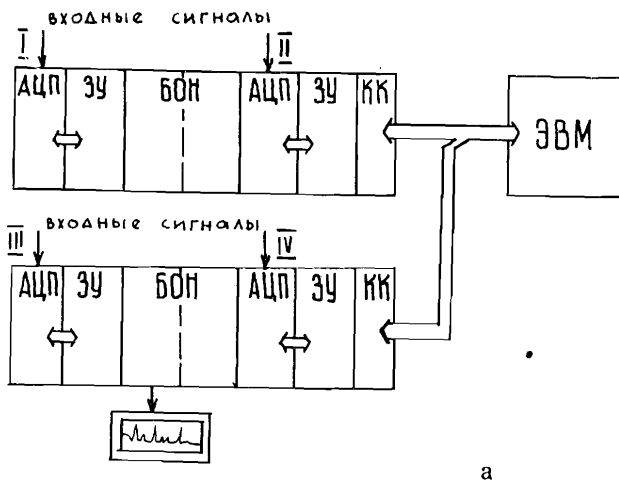
## 2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРИЕМА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОВ

### 2.1. Программа "SUM"

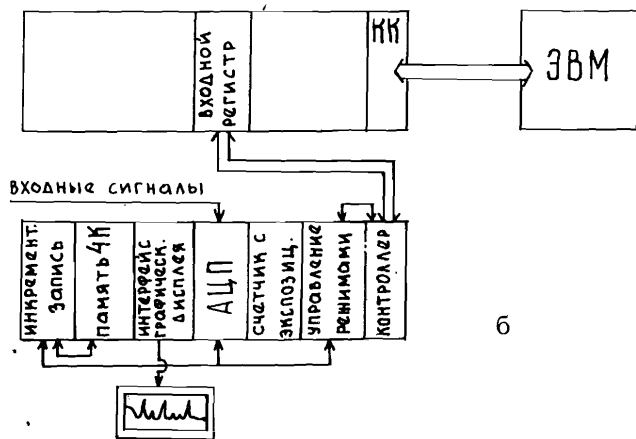
Для управления экспериментом по измерению спектров радиоактивных нуклидов создана программа "SUM" (Single User's Measurement) на ЭВМ MERA-60/45. Она является упрощенной версией программы "FORUM"<sup>1/</sup>.

При адаптации программы "FORUM" сделано существенное изменение в связи с переходом от системы коллективного пользования к одномерной системе, оборудованной различными электронными блоками. На рис. 2а приведена схема системы коллективного пользования для амплитудных измерений управляемой программой "FORUM".

В системе используются блоки: АЦП — амплитудные кодировщики АК-4096<sup>2/</sup>; ЗУ — запоминающие устройства на полупроводниковых элементах<sup>3/</sup>; БОП — блоки общего назначения, которые выполняют функции визуализации накопленной информации на экране дисплея. В этой системе все необходимые операции для управления экспериментом выполняются с помощью команд программы "FORUM". На рис. 2б показана схема системы для одномерного измерения управ-



а



б

Рис. 2.

ляемой программой "SUM". Электронная аппаратура данной системы описана в<sup>4/</sup>. Здесь операции "Запуск" и "Остановка" измерения, визуализации информации, "Очистка памяти" не выполняются по программе "SUM". На рис. 3 приведена блок-схема подпрограммы, предназначенная для считывания спектра из анализатора. Вызов программы "SUM" выполняется с помощью команды RUN операционной системы RT-60:

R SUM

После этого программа выдает свой опознаватель:

> SUM

Он означает готовность программы принимать команды.

Основные команды "SUM"

1. CHANNEL N — устанавливает указанный номер канала, на котором работает пользователь;
2. DUMP 1 N M — показывает на консольном терминале содержимое каналов от N до M внешней памяти (в десятичном исполнении);
3. DF FILE K N M — показывает на консольном терминале содержимое каналов от N до M килословного блока с номером K из указанного файла;
4. PRINT 1 N M — аналогичная команде 2, но вывод производится на печатающем устройстве Д-100;
5. PF FILE K N M — аналогичная команде 3, но с выводом, как в команде 4;
6. SAVE FILE 1 L — сохраняет (записывает содержимое) L килословных блоков внешней памяти, начиная с 1-го канала, в указанном в команде файле. Спектр записывается поблочко в двоичном целом формате;
7. NAF N A F — выполняет функции КАМАК, N — номер станции, A — субадрес, F — функция;
8. BYE — отключает физика от его эксперимента;
9. HELP — распечатывает на консольном терминале список доступных команд.

Пересылка файлов, содержащих накопленную информацию, в архив пользователя на ЭВМ PDP-11/70 для последующих обработок, выполняется с помощью программы "SONET"<sup>5/</sup>.

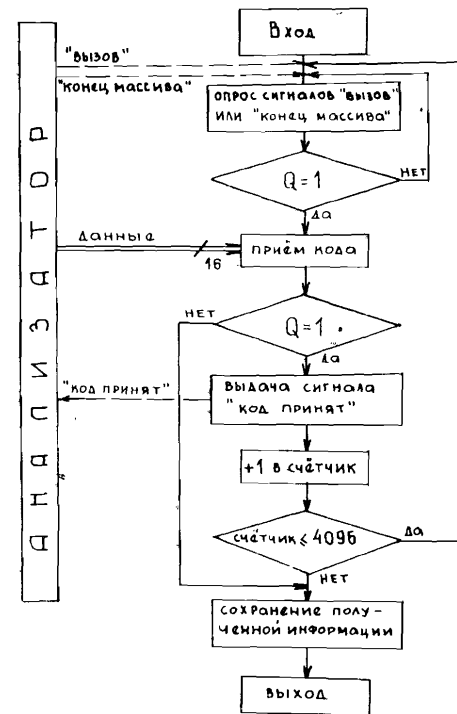


Рис. 3.

## 2.2. Программа "PDPS"

Для предварительной обработки гамма-линий аппаратного спектра с целью калибровки и получения предварительных информации составлена программа "PDPS" (Preliminary Data Processing of Spectrum).

### Вызов программы

#### R PDPS

При пуске программы необходимо задать логический номер для выдачи результатов:  
PRINT(6) TYPE(5)?

5 или 6 (5 — для консольного терминала, 6 — для Д-100)

После задания логического номера программа выдает свой опознаватель, означающий готовность программы принимать и исполнять команды.

### Команды программы "PDPS"

#### 1. DATA

FILE — считывает спектр из файла FILE;

#### 2. ENERGY

CH1 EN1

CH2 EN2 и т.д. — выполняет калибровку по энергии, используя

зависимость "Канал-энергия". После калибровки программа выдает коэффициенты прямой линии  $ENERGY = A + B * CHANNEL$ . Эти коэффициенты могут использоваться для последующих обработок, например:

1 1

0 0

— 15.308 0.733.

#### 3. FIND

$P_1 P_2 P_3 P_4 P_5$  — находит точные положения максимума пиков на спектре с последующим вычислением площади найденных пиков методом суммирования. Параметры:

$P_1$  — начальный канал для поиска пиков; если задан 0.0, программа начинает поиск с 50-го канала;

$P_2$  — конечный канал для поиска пиков; если задан 0.0, конечным каналом будет последний канал обрабатываемого спектра;

$P_3$  — порог чувствительности при поиске пиков; если задан 0.0, в программе выбирается величина 2.0;

$P_4$  — порог чувствительности для распечатки из найденных пиков. Если задан 0.0, выбирается величина 4.0;

$P_5$  — параметр ширины для поиска, который должен задаваться в виде ширины канала на половине высоты FWHM.

#### 4. STOP — выполняет остановку процесса обработки.

На рис. 4. приведен пример распечатки результата обработки спектра калибровочных источников Eu-152, Co-60 по программе "PDPS".

Степень автоматизации обработки спектров на микроЭВМ сильно ограничена из-за небольшого объема оперативной памяти этих ЭВМ.

```
=====
TODAY IS:      86-12- 7 ,SPECTRUM TO BE PROCESSED:  IX0:ECAL.DAT
=====
*** ENERGY=A+B*CHANNEL, A=   -14.364 B=      0.736

NEXT CONTROL CARD:  FIND           100.00   2000.00       3.00       8.00
                    20:04:54

SEARCH BETWEEN CHANNELS           87           2000

AVERAGE PEAK WIDTH (SIGMA) =  2.00
=====
```

PEAK NO.	PEAK (CHANNEL)	ENERGY (KEV)	HEIGHT (COUNTS)	FWHM (CHANNEL)	AREA (COUNTS)	UNCER. % AREA
2	184.41	121.34	14955.	4.129	65696.	0.476
3	352.20	244.83	2037.	3.699	8020.	1.881
4	487.66	344.54	4663.	4.090	20291.	0.844
5	518.94	367.56	127.	4.837	656.	11.756
6	578.58	411.45	213.	3.548	803.	10.095
7	623.16	444.26	353.	3.374	1268.	6.246
8	1078.36	779.29	700.	4.061	3026.	3.224
9	1198.63	867.81	164.	3.982	694.	10.954
10	1329.65	964.23	547.	4.417	2571.	3.735
11	1495.13	1086.03	362.	3.844	1481.	5.442
12	1530.59	1112.13	479.	4.332	2208.	3.907
13	1614.21	1173.67	1932.	4.470	9188.	1.246
14	1784.35	1298.96	39.	5.527	230.	11.869
15	1830.63	1332.96	1566.	4.789	7979.	1.202
16	1932.31	1407.80	526.	4.687	2735.	2.141

Рис. 4.

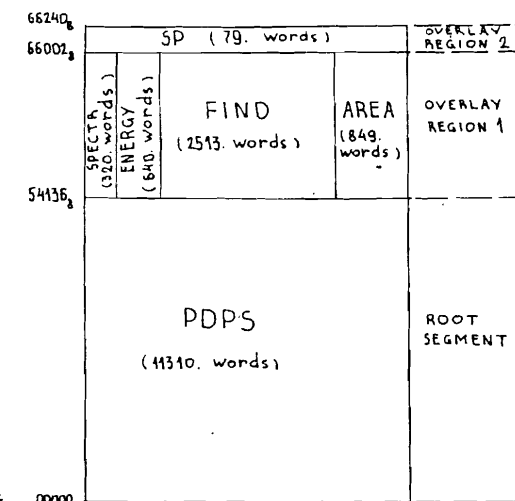


Рис. 5.

В нашей работе благодаря применению накладочной структуры в программе "PDPS" удалось включить модифицированный вариант алгоритма Морискотти, использованный в работе<sup>7/</sup>. На рис. 5 изображена карта загрузки в память ЭВМ MERA-60 программы "PDPS" с применением накладочной структуры.

### 3. ПРОГРАММА ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОВ И ИДЕНТИФИКАЦИИ НУКЛИДОВ

Прецизионная обработка спектров гамма-лучей, накопленных по программе "SUM", осуществляется с помощью программ АСТИВ<sup>18/</sup> и SAMPO-80<sup>17/</sup>.

Для обработки спектров сложного характера, содержащих много неясных и явных мультиплетов, используется программа АСТИВ, путем ручной разметки сложного участка спектра.

Для экспрессной обработки обычных (несложных) спектров применяется программа SAMPO-80 на ЭВМ PDP-11/70 в операционной среде RSX-11M-PLUS. Программа состоит из трех отдельных частей. Новыми именами являются SM1, SM2 и SM3. Подробное описание всех команд этих программ содержится в работе<sup>17/</sup>. Включены новые подпрограммы DATA1, DATAR вместо подпрограммы СРЕКТР. Команда DATA в программах SM1, SM2 заменена двумя командами DATA, DATR, которые соответственно считывают спектры, заданные в форме целых или вещественных бесформатных переменных.

#### 3.1. Программа SM1 для калибровки формы пиков

Запуск программы SM1 осуществляется по команде RUN операционной системы RSX-11M-PLUS (когда программа находится в директории пользователя):

> RUN SM1

OUTPUT FILE? — название выходного устройства

TI: или LP:

SHAPE FILE? — название файла, в котором записываются параметры функции, задающие ширину пиков в произвольном канале спектра. Параметры этой зависимости определяются пользователем с помощью выбранных им интенсивных пиков. Этот файл является одним из входных файлов программы SM2.

CONTROL FILE? — название контрольного устройства или название файла, содержащего команды программы SM1.

TI: или INP1.DAT

После этого программа переходит к выполнению команд, задаваемых от контрольного устройства или от заранее созданного командного файла INP1.DAT.

Образец командного файла INP1.DAT:

```
DATR
EU152.DAT
SHAPE
184 169 199 0 1
DATR
EU152.DAT
SHAPE
```

```
351 337 367 0 0
DATR
C060.DAT
SHAPE
1830 1815 1845 0 0
STOP
```

#### 3.1.1. Постановка программы SM1

При постановке программы SM1 трансляция осуществляется с помощью командного файла:

```
$F/F77/ CON:7 SAM1.FTN
$F/F77/CON:7 INIT1.FOR
$F/F77/CON:7 SHAPR.FOR
$F/F77/CON:7 PGRAPH.FOR
$F/F77/CON:7 VARMIT.FOR
$F/F77/CON:7 RITEOT, READIN, CALCF, FCN, TABLE
$F/F77/CON:7 ERROR.FOR, MATMPY.FOR
$F/F77/CON:7 SHAPE.FOR, INTER.FOR, ORDER.FOR
$F/F77/CON:7 PRINTF.FOR
```

Сборка транслированных модулей сделана следующим образом:

```
SM1/MU, SM1.MAP/-SP, =SAM1.OBJ
INIT1.OBJ
SHAPR.OBJ
PGRAPH.OBJ
VARMIT.OBJ
RITEOT.OBJ
ERROR.OBJ
SHAPE.OBJ
PRINTF.OBJ
/
SUPLIB = FCSFSL:SV
MAXBUF = 512
ACTFIL = 5
//
```

#### 3.2. Программа SM2 — для экспрессной обработки спектров

Запуск программы:

> RUN SM2

LISTING FILE? — название устройства для выдачи результата

TI: или LP:

RESULT FILE? — название файла, в котором записывается результат обработки

EXAMPLE.RES

CONTROL FILE? — название контрольного устройства или название файла, содержащего команды SM2.

TI: или INP2.DAT

После этого программа переходит к выполнению команд, задаваемых пользователем от контрольного устройства или от заранее создан-

ного командного файла INP2.DAT. Перед запуском программы SM2 пользователю необходимо создавать на диске следующие файлы:

- файлы, содержащие спектры для обработки,
- файлы, содержащие результаты работы программы SM1. Например: CAL.SHP;
- файлы, содержащие данные о калибровке эффективности. Например: EFCAL.DAT;
- файлы, содержащие данные о калибровке по энергии. Например: ENCAL.DAT.

Образец командного файла INP2.DAT для программы SM2:

```
DATI
EU152.DAT
SHAPE
CAL.SHP
EFINPUT
EFCAL.DAT
ENINPUT
ENCAL.DAT
PEAKFIND
100 4096 3 6 2
FITLINEAR
1 0 0 0
STOP
```

### 3.2.1. Постановка программы SM2

Трансляция программ SM2 сделана с помощью командного файла:

```
$F/F77/CON:7 SAM2.FTN
$F/F77/CON:7 ORDER.FOR
$F/F77/CON:7 INTER.FOR
$F/F77/CON:7 INPUT.FOR
$F/F77/CON:7 FIND.FOR
$F/F77/CON:7 CALLER.FOR
$F/F77/CON:7 GLSQ.FOR
$F/F77/CON:7 ENERGY.FOR
$F/F77/CON:7 EFF.FOR
$F/F77/CON:7 DIAG.FOR
$f/F77/CON:7 DATAI.FTN
$F/F77/CON:7 DATAR.FTN
$F/F77/CON:7 AREAS.FOR
$F/F77/CON:7 SHAPE.FOR
$F/F77/CON:7 PGRAPH.FOR
```

Сборка объектных модулей осуществлялась следующим образом:

```
SM2, SM2.MAP/-SP,=
SAMPO2.ODL/MP
SUPLIB= FCSFSL:SV
MAXBUF=512
ACTFIL=5
```

//

8

Формат файла SAMPO2.ODL для накладочной структуры программы:

```
.ROOT SAM2-OV1-*(OV2,OV3)
OV1: .FCTR *SHAPE, *ENERGY, *INTER, *ORDER
OV2: .FCTR INPUT, DATAI, DATAR, FIND
OV3: .FCTR CALLER-(PGRAPH, AREAS — (CLSQ,DIAG, EFF))
.END
```

### 3.3. Программа SM3 для идентификации нуклидов

Запуск программы из директории пользователя:

```
> RUN SM3
```

```
LISTING FILE? — название устройства выдачи
TI: или LP:
LIBRARY FILE? — название файла оперативной библиотеки
LIBR1.TXT
INPUT FILE? — название файла данных, содержащего резуль-
EXAMPL.RES — тат программ SAMPO-80, ACTIV
```

После ввода названия файла входных данных программа выдает сообщение:

```
ARE YOUR INPUT FILE IS FROM "ACTIV"(A), FROM "SAMPO"? (S),
FROM OTHERS? (O)
```

A или S или O

```
CONTROL FILE? — название контрольного устройства или назва-
TI: или INP3.DAT — ние файла, содержащего команды программы
SM3.
```

После этого программа переходит к выполнению команд, задаваемых пользователем от контрольного устройства или от заранее созданного командного файла INP3.DAT.

Трансляция и сборка подпрограмм SM3 сделана аналогично к SM2. Формат файла SAMPO3.ODL для накладочной структуры программы SM3 описан в работе<sup>16/</sup>.

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный комплекс находится в эксплуатации с ноября 1985 г.

С помощью программ "SUM", "PDPS" и "SAMPO-80" — обработано более 500 спектров, полученных в экспериментах по исследованию взаимодействий релятивистских ядер с атомными ядрами Cu-64, Ag-108, Au-198, Ta-181 и Bi-209.

Автор благодарен профессору К.Д.Толстову, Д.Чултэму за поддержку, А.В.Алфименкову, Т.Д.Хрыкиной за помощь, В.С.Бутцеву, Ц.Дамдинсурэну и Р.Хоролжаву за полезные обсуждения при создании программного обеспечения.

Автор особенно признателен А.М.Суховому за рецензирование работы.

1. Ермаков В.А. и др. ОИЯИ, 13-85-161, Дубна, 1985.
2. Имаев Э.Г. и др. ОИЯИ, P13-3911, Дубна, 1968.
3. Ермаков В.А., Зимин Г.Н. ОИЯИ, P13-12718, Дубна, 1979.
4. Бутцев В.С. и др. ОИЯИ, P1-85-428, Дубна, 1985.
5. Александрова И.В. и др. ОИЯИ, P10-85-182, Дубна, 1985.
6. Тумэндэмбэрэл Б. и др. ОИЯИ, Б1-10-84-588, Дубна, 1984.
7. Koskelo M.J., Aarnio P.A., Routti J.T. – *Comp. Phys. Comm.*, 1981, 24, p.11.
8. Zloказов V.B. – *Comp. Phys. Comm.*, 1982, 28, p.27.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Рукопись поступила в издательский отдел  
12 марта 1987 года.

### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17 84 950	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
Д10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
Д13-85-793	Труды XП Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.
Д3,4,17-86-747	Труды У Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986.	4 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Тумэндэмбэрэл Б.

P10-87-152

Программное обеспечение спектрометра с Ge(Li)-детектором на линии с ЭВМ MERA-60/45 и PDP-11/70 (Описание для пользователей)

Описывается комплекс программ, предназначенных для обработки спектрометрической информации с целью исследования остаточных ядер-продуктов, образующихся при фрагментации атомных ядер пучками релятивистских ядер синхротрона. Комплекс состоит из следующих, работающих на ЭВМ MERA-60/45 и PDP-11/70 программ: SUM, PDPS — для приема и предварительной обработки спектров  $\gamma$ -лучей; SM1, SM2, SM3 — для экспрессной обработки спектров и идентификации нуклидов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой.

Tumendemberel B.

P10-87-152

Software of Spectrometer with a Ge(Li)Detector  
On-Line with the MERA-60/45 and PDP-11/70 Computers

Software intended for processing spectrometric information in order to study residual nuclear products produced at the fragmentation of atomic nuclei with relativistic nuclear beams of the synchrotron is described. The software consists of the following programs operating on the MERA-60/45 and PDP-11/70 computers: SUM, PDPS — for reception and preliminary processing of  $\gamma$ -ray spectra; SN1, SM2, SM3 — for express processing of spectra and nuclide identification.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987