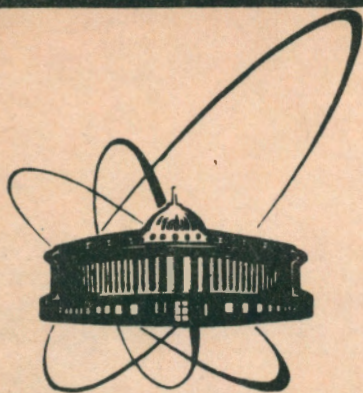


92-167



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P1-92-167

П.Г.Акишин, В.И.Генчев\*, В.В.Иванов,  
В.Г.Крастева\*, В.Г.Кривохижин, Л.А.Меркулов,  
В.В.Пальчик, А.М.Хасанов, Г.С.Шабратова

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
ПО ГЛУБОКОНЕУПРУГОМУ РАССЕЯНИЮ ЛЕПТОНОВ  
НА СПЕКТРОМЕТРЕ STORS (GEATORS)

---

\*Институт ядерных исследований и ядерной энергетики  
БАН, София (исследования поддерживаются  
Национальным фондом "Научные исследования"  
Министерства образования и науки Р.Болгария)

## 1. Введение

Мюонные пучки высокого качества и интенсивности в CERN, FNAL и УНК (Протвино) позволят проводить детальные исследования структурных функций нуклонов при  $Q^2$  (переданного 4-импульса) вплоть до  $3000 \text{ ГэВ}^2$  в широком интервале переменной  $x$  (от 0,01 до 1). Детальный анализ данных по глубоконеупругому рассеянию [1], полученный в экспериментах на ускорителях SLAC и CERN, показывает, что дальнейший значительный прогресс в этих исследованиях может быть достигнут только при существенном уменьшении статистических и систематических ошибок. В случае изучения взаимодействий мюонов это возможно только с использованием тороидальных безжелезных магнитных спектрометров с распределенной, протяженной мишенью на основе сверхпроводимости, которые способны обеспечить необходимую светимость и интеграл магнитного поля по траектории рассеянных частиц.

В [1] рассмотрено предложение эксперимента по исследованию глубоконеупругого рассеяния мюонов на водородной, дейтериевой и тяжелой мишенях в CERN и УНК с помощью сверхпроводящего тороидального спектрометра (установка STORS). Схема спектрометра приведена на рис.1.

Разработка проекта по созданию установки STORS требует тщательных расчетов акцептанса и разрешающей способности спектрометра по кинематическим переменным. С этой целью для моделирования процессов глубоконеупругого рассеяния лептонов и нейтрино создана программа GEATORS.

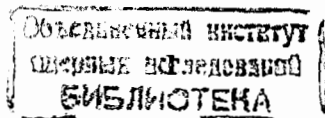
Настоящая работа посвящена описанию программы GEATORS и содержит необходимую информацию для ее использования.

## 2. Общее описание программы GEATORS

Программа GEATORS разработана на основе пакета GEANT3 [2], предоставляющего удобные средства для описания спектрометра, генерации физических процессов и моделирования прохождения частиц через экспериментальную установку. Поэтому для работы с программой GEATORS необходимо предварительное знакомство с основными положениями пакета GEANT3.

### 2.1. Блок-схема программы

Инициализирует работу всего комплекса GEATORS + GEANT программа GEANUC. Ниже приведена её блок-схема.



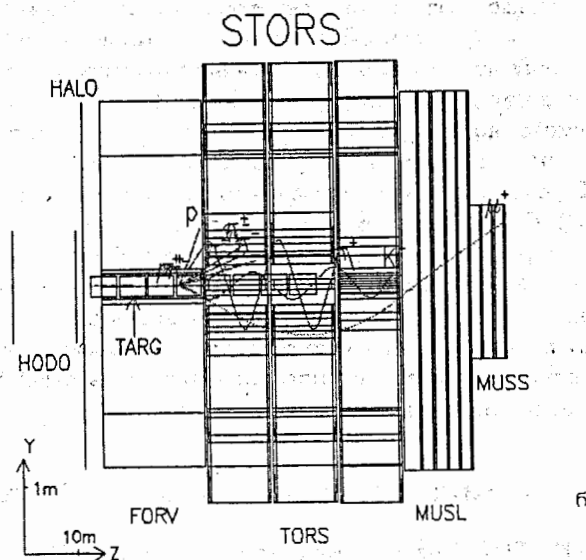
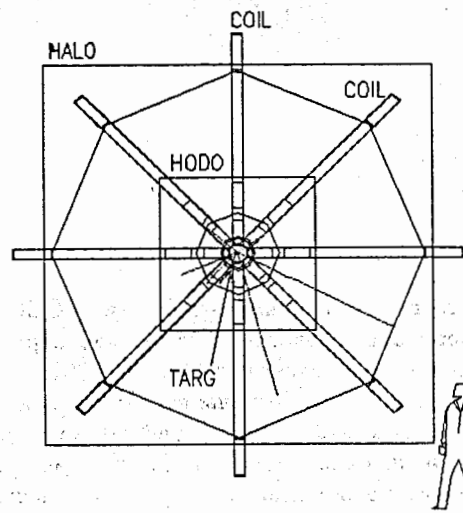


Рис.1. Общий вид установки STORS (обозначения в тексте): а) вид по пучку; б) вид сбоку

## GEANTUC (Main)

G	→	GZEBRA	-	инициализация системы распределения памяти ZEBRA
E	→	UGINIT	-	инициализация GEANT и данных пользователя
A	→	QNEXTE	-	моделирование событий
N	→	UGLAST	-	завершение счёта и выдача результатов
U				
C				

## 2.2. Инициализация

На этапе инициализации задаются геометрические размеры экспериментальной установки. При этом спектрометр представляется в виде совокупности геометрических объёмов конкретной формы и вещества, которые "размещаются" в системе координат, выбранной в GEANT. Далее указываются объёмы, в которых присутствует магнитное поле. Каждому отдельному объёму присваивается определённый номер, который используется затем на этапе моделирования прохождения частиц через установку. Кроме того, задаются необходимые физические процессы, инициализируются рабочие массивы в памяти, вводятся данные для управления пакетами GEANT и GEATORS, задается набор требуемых распределений.

U	→	GINIT	-	инициализация COMMON блоков
	→	UDEFUAU	-	инициализация основных данных
	→	FFDEF	-	определение вводимых пользователем FFREAD DATA карт
G	→	GFFGO	-	чтение FFREAD DATA карт
I	→	GZINIT	-	инициализация структуры ZEBRA
	→	USINI	-	инициализация данных пользователя после чтения FFREAD DATA карт
N	→	GPART	-	создание структуры JPART
I	→	UGEOM	-	вызов подпрограмм, описывающих материалы и геометрию спектрометра
T	→	GPHYSI	-	инициализация физических процессов
	→	UHINIT	-	инициализация гистограмм пользователя

## 2.3. Описание геометрии установки

Как отмечалось выше, спектрометр описан в системе координат, используемой в GEANT. В подпрограмме UGEOM вызываются подпрограммы, описывающие отдельные элементы экспериментальной установки.

U	→	GEOSUR	- задание объема всей установки 'ARTE', описание материалов
G	→	GEONOD	- описание мюонной пучковой станции
	→	GEONAL	- описание защищающей от гало стены
E	→	GEOTAR	- описание мишени
	→	GEOFOR	- описание передней части спектрометра
O	→	GEOSMD	- описание тороидальной части спектрометра
	→	GEOMSP	- описание триггерной части установки
M	→	UDETTC	- определение детектирующей аппаратуры

#### GEONOD:

Пучковая мюонная станция представлена в виде двух регистрирующих блоков, состоящих из x- ('LHX') и y- ('LHY') восьмигранных плоскостей. Блоки разнесены на расстояние 200 м. Регистрирующими элементами являются: плексигласовые палочки ('HDX1', 'HDY1') переменной длины и с сечением 0,7x1,2 см<sup>2</sup>.

#### GEONAL:

Для защиты от гало пучка используется годоскопический счетчик ('HALO'), включенный на антисовпадения.

#### GEOTAR:

В спектрометре в качестве мишеней ('TARG') используются 8 последовательно расположенных цилиндров с радиусом 12,5 см и длиной 500 см. Цилиндры могут заполняться жидким водородом или дейтерием. Возможно использование мишеней из углерода или железа. Мишени располагаются по оси установки (см. рис.1).

#### GEOFOR:

Передний спектрометр имеет форму восьмигранной призмы с внешним радиусом 250 см и внутренним отверстием радиусом 20 см. 7 регистрирующих блоков ('BLFR') спектрометра разбиты на 8 секторов, имеющих форму трапеций. Каждый сектор в свою очередь содержит 3 плоскости X, U и W. Регистрирующие элементы в плоскостях U и W повернуты соответственно на 67,5° и 112,5° относительно оси X в собственной системе плоскости ('WFRX', 'WFRU', 'WIRW'). В качестве регистрирующих плоскостей могут использоваться пропорциональные либо минирейфовые камеры.

#### GEOSMD:

Тороидальный магнитный спектрометр может иметь три конфигурации:

1. Магнитный спектрометр состоит из 3 супермодулей длиной 1200 см каждый, расположенных на расстоянии 70 см друг от друга. Внешний радиус супермодулей равен 250 см, внутренний у первых двух равен 54 см (I тип), а у последнего 20 см (II тип, см. рис.1). На рис.2 показана структура супермодуля I типа.

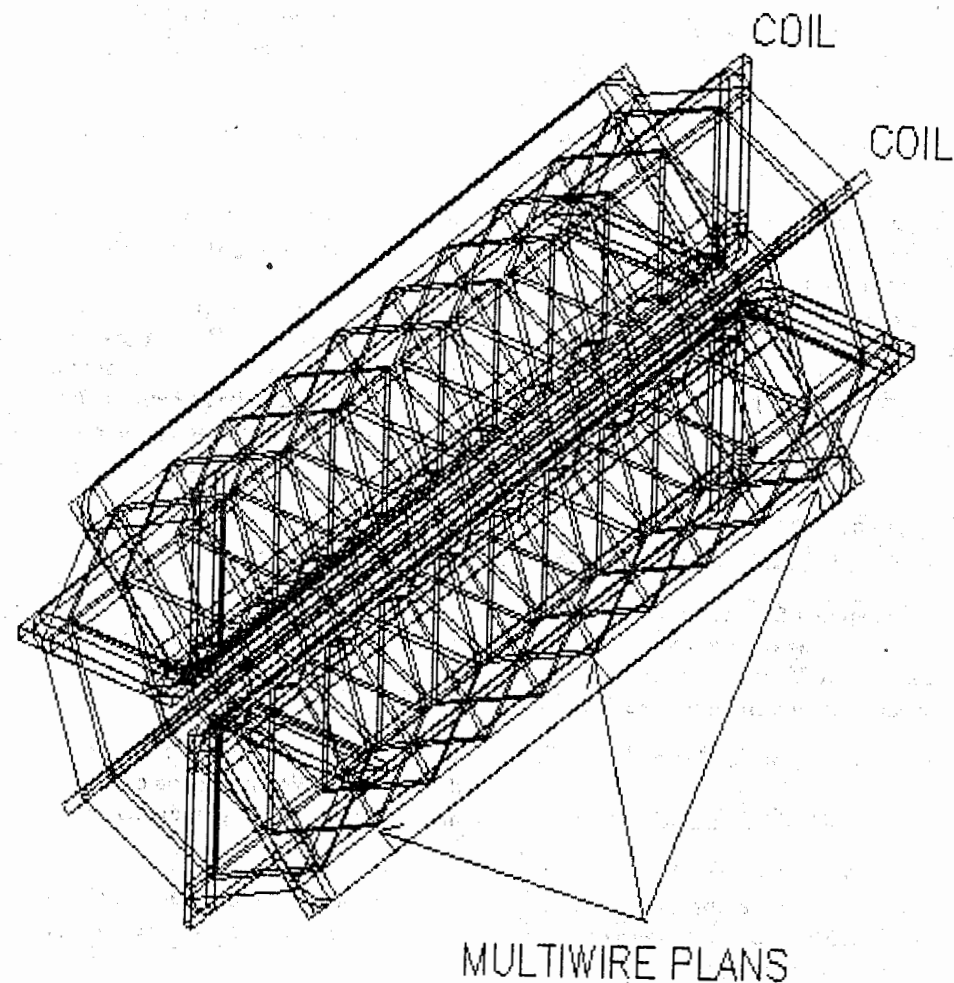


Рис.2. Структура супермодуля тороидального спектрометра (TORS) I-го типа

2. Во второй конфигурации добавляется еще один супермодуль II типа (всего 4 супермодуля). При этом длина супермодулей уменьшается до 1000 см. Остальные поперечные размеры остаются прежними.

3. Магнитный спектрометр состоит из 2 супермодулей (первый I типа и второй II типа) длиной 2000 см каждый.

Конфигурация тороидального спектрометра задается соответствующей управляющей картой. Магнитное поле в супермодулях создается 8 сверхпроводящими обмотками ('COIL' и 'COLL').

Структура детекторов в супермодуле идентична структуре переднего спектрометра. Каждый супермодуль содержит детектирующие блоки 'BLD8' (для I-го типа) и 'BL8D' (для II-го типа) с регистрирующими элементами соответственно ('WIRX', 'WIRU', 'WIRW') и ('WRLX', 'WRLU', 'WRLW'). В качестве детектирующих блоков могут быть использованы пропорциональные или дрейфовые камеры.

### GEOMSP:

Мюонный идентификатор состоит из двух частей:

I часть содержит 5 железных прямоугольных блоков ('SHLG') с сечением 250x250 см<sup>2</sup> и переменной длины (300,210,210,180,180 см) и 5 регистрирующих блоков с X и Y плоскостями ('XHLG', 'YHLG'), заполненными плексигласовыми палочками сечением 5x5 см<sup>2</sup>.

II часть состоит из 3 железных прямоугольных блоков ('SHSM') с сечением 100x100 см<sup>2</sup> и длиной по 180 см, а также 3 регистрирующих блоков с плоскостями ('XHSM', 'YHSM'). Сечение плексигласовых палочек равно 1x1 см<sup>2</sup>.

### UDETG:

В этой подпрограмме определяются детектирующие (чувствительные в терминологии GEANT) объемы спектрометра STORS и задаются требуемые координаты этих детекторов:

'HODX'	→	X-плоскость пучковой мюонной станции
'HODY'	→	Y-плоскость пучковой мюонной станции
'HALO'	→	защищающая от гало стена
'FORX'	→	X-плоскость переднего спектрометра
'FORU'	→	U-плоскость переднего спектрометра
'FORW'	→	W-плоскость переднего спектрометра
'TORX'	→	X-плоскость 1-го типа супермодуля
'TORU'	→	U-плоскость 1-го типа супермодуля
'TORW'	→	W-плоскость 1-го типа супермодуля
'TOLX'	→	X-плоскость 2-го типа супермодуля
'TOLU'	→	U-плоскость 2-го типа супермодуля
'TOLW'	→	W-плоскость 2-го типа супермодуля

'SPX1'	→	X-плоскость 1-й части триггера
'SPY1'	→	Y-плоскость 1-й части триггера
'SPX2'	→	X-плоскость 2-й части триггера
'SPY2'	→	Y-плоскость 2-й части триггера

Кроме того, для каждого объема, приведенного выше, заказываются параметры, необходимые для запоминания величин, характеризующих пересечение частицы с этим объемом, путём вызова подпрограммы GSDETH. В нашем случае это:

- пары координат (X,Z),(Y,Z) для пучковой станции и мюонного триггера,
- координаты (X,Y,Z) для переднего и тороидального спектрометров.

## 2.4. Моделирование событий

Ниже приведена структурная схема моделирования событий, включающая, в частности, генерирование глубоконеупругого взаимодействия и рождения вторич-

Q	→	GTRIG - очистка памяти, подготовка к счету
	→	GRUN - счет
N	I	→GTRIGI - инициализация к счету
	I	I→GUKINE - генерация начальной кинематики
	I	I→GUTREV - управление трассировкой события
	I	I→GTREVE - цикл по всем трекам, включая вторичные
E	I	I→GUTRAK - управление трассировкой одной частицы
	I	I→GTRACK - контроль трассировки текущего трека
	I	I→GMEDIA - поиск текущего объема, среды
X	I	I→GTMUON&GTGAMMA - прослеживание в соответствии с типом частицы
	I	I→GUSTEP - фиксирование пересечений частиц с детектором
T	I	I→USTOP
	I	I→DEEPIN - розыгрыш взаимодействия
E	I	I→GUDIGI - оцифровка и запись в структуру ZEBRA
	I	I→GUOUT - выдача информации о текущем событии

ных частиц, "протаскивание" их через спектрометр, моделирование откликов детекторов на прохождение через них заряженных частиц, оцифровка событий и запись в ZEBRA-банки, заполнение разнообразных статистических распределений, характеризующих работу отдельных элементов и всего спектрометра в целом.

### 3. Генерация первичного акта взаимодействия

В программе GEATORS реализованы две возможности генерации первичного глубоконеупругого взаимодействия мюона (нейтрино) с мишенью.

1) Для генерации первичного глубоконеупругого взаимодействия лептона с мишенью используется программа LEPTO (лундовская модель) [3]. Программа LEPTO позволяет генерировать полный процесс глубоконеупругого взаимодействия, т.е. рождение рассеянного лептона и адронный ливень. Моделируются процессы 4-х типов:

- электромагнитное взаимодействие (EM): индекс 1,
- взаимодействие слабых заряженных токов (CC): индекс 2,
- взаимодействие слабых нейтральных токов (NC): индекс 3,
- взаимодействие нейтральных токов, т.е. EM+NC с интерференцией: индекс 4.

COMMON-блок LEPTOU содержит ограничения на кинематические переменные, статусные коды и флаги, а также некоторые полезные параметры и величины кинематических переменных.

COMMON /LEPTOU/ CUT(14),LST(40),PARL(30),X,Y,W2,Q2,U

- X - бьёркеновская переменная;
- Y = (pq)/(ppi), где p, q, pi соответственно 4-импульсы протона мишени, обменного бозона и первичного лептона;
- W2 - квадрат массы адронной системы;
- Q2 = -qq - минус-квадрат переданного 4-импульса;
- U = nu = (pq)/m, где m - масса протона.

2) Другая возможность генерации первичного ГНР мюона осуществляется для случаев изучения только вторичного мюона в подпрограмме DEEPIN по закону (1-X)/Q<sup>2</sup>. Использование этой возможности осуществляется с помощью ключа ISWIT(7).

### 4. Трассировка частицы в магнитном поле

Трассировка частицы в неоднородном магнитном поле выполняется подпрограммой GRKUTA (IFIELD = 1), вызываемой пользовательской программой GUSWIM.

GRKUTA, в свою очередь, обращается к программе GUFLLD, в которой пользователю необходимо задать вектор магнитного поля в текущей пространственной точке.

В пакете GEATORS в настоящее время предусмотрены 3 варианта описания пространственного распределения магнитного поля в супермодулях:

1. Однородное по азимутальному углу, спадающее с ростом радиуса по закону 1/R и нулевое по Z-компоненте поле.
2. Неоднородное по всем трем компонентам поле, вычисленное на основе комплекса расчётной программы MAGSYS [4] с учетом вклада поля от прямолинейных и криволинейных брусков с прямоугольным сечением, задается значениями напряженности в фиксированных - "узловых" - пространственных точках. Узловые точки выбирались с переменным шагом в зависимости от степени неоднородности поля таким образом, чтобы при вычислениях значений поля в промежуточных точках погрешность не превышала 0,1%.
3. Поле  $\vec{H}(\vec{a})$  от токовых обмоток в текущей точке  $\vec{a}$  вычисляется по закону Био-Савара:

$$\vec{H}(\vec{a}) = \frac{1}{4\pi} \int_{\Omega_j} [\vec{J}(\vec{x}) \times \nabla \frac{1}{|\vec{x} - \vec{a}|}] dV_x,$$

где  $\Omega_j$  - область, занятая обмотками,  $\vec{J}(\vec{x})$  - плотность тока в точке  $\vec{x}$ . При вычислении интеграла область интегрирования разбивалась на подобласти  $S_i, i = 1, \dots, n$ , в которых плотность тока считалась постоянной, интеграл заменялся суммой интегралов по  $S_i$ , каждый из которых при фиксированной  $\vec{a}$  вычислялся аналитически.

### 5. COMMON-блоки общего пользования

Кроме собственных COMMON-блоков GEANT, в программе GEATORS используются следующие общие блоки, в которых содержится информация, необходимая пользователю.

Блоки, содержащие информацию о геометрических параметрах спектрометра:

/CDETNM/

- |       |   |   |
|-------|---|---|
| IBMUS | - | флаг включения пучковой станции                 |
| HALO  | - | флаг включения гало стены                       |
| ITARG | - | флаг включения мишени                           |
| IFORV | - | флаг включения переднего спектрометра           |
| ITORS | - | флаг включения тороидального спектрометра       |
| IMUSL | - | флаг включения большого мюонного идентификатора |
| IMUSS | - | флаг включения малого мюонного идентификатора   |

/DTZPOS/  
 ZBMUS - z-координата начала пучковой станции  
 ZHALO - z-координата защищающей от гало стены  
 ZTARG - z-координата передней мишени  
 ZFORV - z-координата переднего спектрометра  
 ZTORS - z-координата тороидального спектрометра  
 ZMUSL - z-координата большого мюонного идентификатора  
 ZMUSS - z-координата малого мюонного идентификатора

/DTORS/  
 REXT - внешний радиус супермодуля I типа  
 RINN1 - внутренний радиус супермодуля  
 RINN2 - расстояние от оси супермодуля до нижнего края регистрирующей плоскости  
 DLSM - длина супермодуля  
 DBSM - расстояние между соседними супермодулями  
 NSMD - число супермодулей I типа  
 REXL, RINL1, RINL2, DLSL, NSML - аналогичные величины для супермодулей II типа  
 NALL = NSMD + NSML - полное число супермодулей  
 DBDR - расстояние между регистрирующими блоками  
 DIS1 - расстояние от начала супермодуля до I регистрирующего блока  
 NPL = DLSH/DBDR - число плоскостей

/DCHAMB/  
 SPWR(1) - шаг намотки проволочек в X - плоскости  
 SPWR(2) - шаг намотки проволочек в U - плоскости  
 SPWR(3) - шаг намотки проволочек в W - плоскости

/DFORW/  
 DLFR - длина переднего спектрометра  
 DBFR - расстояние между регистрирующими блоками  
 DFR1 - расстояние от начала спектрометра до I регистрирующего блока  
 RFORW - внешний радиус спектрометра

/DTARG/  
 RTARG - радиус мишени  
 DLTR - длина мишени  
 DELTR - расстояние между мишенями  
 NTRG - число мишеней

/DTRIG/  
 DSHLG - массив длин поглотителя I части триггера  
 NSHLG - число поглотителей  
 RSHLG - высота поглотителя  
 DSHSM, NSHSM, RSHSM - аналогичные величины для II части триггера

Блоки, используемые для описания кинематических характеристик частиц:

/CMG/  
 CMG(500) - характеристики первичного лептона и вторичных частиц, для каждой частицы по 10 слов  
 NGENE - число слов для всех частиц  
 ZDEEP - z-координата неупругого взаимодействия лептона  
 IFLCL - флаг попадания рассеянного мюона в обмотки магнита  
 0 - нет, 1 - да.

Массив CMG:

CMG(1) = x; CMG(2) = y; CMG(3) = z; CMG(4) = m; CMG(5) = e;  
 CMG(6) = P<sub>x</sub>; CMG(7) = P<sub>y</sub>; CMG(8) = P<sub>z</sub>; CMG(9) = P<sub>tot</sub>; CMG(10) - не исп.

/Q2XBIN/  
 Q2BIN(nq2bin) - величина канала по переменной Q<sup>2</sup>  
 XBIN(nkbin) - величина канала по переменной X  
 NQ2BIN - число каналов по переменной Q<sup>2</sup>  
 NXBIN - число каналов по переменной X

/ACCEPT/  
 ACCG(nxbn, nq2bin) - матрица сгенерированных событий  
 ACCR(nxbn, nq2bin) - матрица зарегистрированных событий  
 ACCEPT(nxbn, nq2bin) - акцептанс установки

## 6. Управляющие карты FFREAD

Экспериментальная установка "собирается" с помощью управляющих карт: 'BMUS', 'HALO', 'TARG', 'FORV', 'TORS' и 'MUSL'.

Регистрирующая часть установки описана выше.

Значения ключей в ISWIT:

N ключа	Значение	Действие
1	0/1	отказ/печатать информации о вершине взаимодействия
2	0/1	отказ/печатать банков XYZ
3	0/1	отказ/печатать GPTMED, GPTMATE, GPVOLU
4	0/1	отказ/печатать хитов
5	0/1	отказ/печатать карты геометрической структуры
6	0/1	= 0 - чтение весов с файла 20 = 1 - включение программы LWEITS для расчета КХД весов
7	0/2	= 0 - генерация по лундговской модели = 2 - генерация только рассеяного мюона по закону $(1 - X)/Q^2$
8	0/1	принимаются все события/выбрасываются события по следующим критериям отбора: - нет метки от мюонного идентификатора - попадание в обмотки магнита (по r): IFLCL=1 - попадание во внутренние конструкции супермодуля II-го типа: IFLX=1
9	0/ > 3	отказ/запись события на устройство LUN=ISWIT(9)
10	0/1	вычисление аксептанса/отказ от вычисления аксептанса

Помимо стандартных управляющих карт GEANT дополнительно введены следующие управляющие карты в стандарте FFREAD [5]:

Имя	Переменная	Описание	COMMON	По умолч.
ATAR	AZTARG	Характеристики мишени	AZTARG	
	AZTARG(1)	атомный вес ядра мишени		1.
	AZTARG(2)	заряд ядра мишени		1.
BEAM	PKINE	Характеристики пучка	GCKINE	
	PKINE(1)	профиль по X(см)		1.
	PKINE(2)	профиль по Y(см)		1.
	PKINE(3)	разброс по углам, X		1E-4
	PKINE(4)	разброс по углам, Y		1E-4
	PKINE(5)	энергия, ГэВ		300.
	PKINE(6)	ошибка в энергии, ГэВ		1.
	PKINE(7)	тип частицы по GEANT		5.
	PKINE(8)	$Q_{min}^2$		2.
	PKINE(9)	$X_{min}$ - переменная Бьёркена		0.01
	PKINE(10)	не используется		
CHAM	SPWR	Характеристики регистрирующих камер в переднем и тороидальном спектрометрах	DCHAMB	

SPWR(1)	тип камер:		1.
	1 - пропорциональные камеры		
	2 - минидрейфовые камеры		
SPWR(2)	шаг намотки в X-плоскости (см)		0.2
SPWR(3)	шаг намотки в U-плоскости (см)		0.2
SPWR(4)	шаг намотки в W-плоскости (см)		0.2
SPWR(5)	ширина зазора в пропорциональных камерах (см) или скорость дрейфа в дрейфовых камерах (см/нс)		2.
MAGN	IFLMAG	Версия магнитного поля	FLMAG
	IFLMAG = 0	постоянное по азимуту поле	0
	IFLMAG = 1	карта магнитного поля	
	IFLMAG = 2	по закону Био-Савара	
DRAW	IVDRAW	Графика	IVDRAW
	IVDRAW = 0	BATCH без графики	0
	IVDRAW = 1	интерактивный режим	
	IVDRAW = 2	BATCH с графикой	
WHIT	IWHITT	Формат записи событий	WHIT
	0 - отказ от записи хитов		0
	1 - запись хитов		
CONF	ICONF(1)	конфигурация 1	ICONF
		конфигурация 2	2
		конфигурация 3	3
	ICONF(2)	основное положение мишени,	ICONF
		мишень выдвинута на 3,5 м	0
			1

Ниже приведен пример управляющих карт для программы GEATORS в формате FFREAD.

```

LIST
DEBUG 1 1 100
RUNG 1
RNDM 1594578045 1696390106
TRIG 10000
OPTI 0
TIME 45000. 40. 10.
C BEAM SX SY SAX SAY P0 DP0 TY Q2MN Xmin
BEAM 1. 1. .0001 .0001 300. 0.12 5. 2. 0.
CONF 1 0
MAGN 1
DRAW 0
WHIT 1
C CHAMB TY SPX SPU SPW GAP WIDTH(DRIFT VEL. IN CM/NSEC)
CHAM 1. 0.2 0.2 0.2 2.
    
```



C CHAMB 2. 0.6 0.8 0.8 0.0005 (DRIFT CHAMBER)  
 C ATAR A Z  
 ATAR 1. 1.  
 GEOM 'BMUS' 'HALO' 'TARG' 'FORV' 'TORS' 'MUSL'  
 SETS 'HODX' 'HODY' 'HALO'  
 'FORX' 'FORU' 'FORW'  
 'TORX' 'TORU' 'TORW'  
 'TOLX' 'TOLU' 'TOLW'  
 'SPX1' 'SPY1' 'SPX2' 'SPY2'  
 SWITCH 1 0 0 1 0 0 2 0 8 0  
 CUTS .005 .005 .01 .35 1. .005 .005 .005 .005 10000.  
 AUTO 0  
 HADR 1  
 LOSS 2  
 DCAY 0  
 DRAY 0  
 MUNU 1  
 COMP 1  
 PAIR 1  
 BREM 1  
 ANNI 1  
 PHOT 2  
 STOP  
 END

## 7. Оцифровка события и формирование банков данных

Полученные в результате работы программы данные записываются в банки структуры ZEBRA [6] на файл, номер которого задается значением ключа SWITCH(9).

Формат записи информации в банки:

1. Головной банк JMAGI - 5 слов:

IVQ(JMAGI+1) = номер версии программы  
 2 = номер версии магнитного поля  
 3 = номер RUN  
 4 = номер события  
 5 = IFLCL - попадания мюона в обмотку магнита.

2. Банк генерированной информации JGENE:

JGENE=LVQ(JMAGI-1) - первый адрес банка  
 NGENE=LVQ(JGENE-1) - число слов в банке  
 VQ(JGENE+1) =  $X_0$   
 2 =  $Y_0$  - точка рождения частицы  
 3 =  $Z_0$   
 4 =  $m$  - масса  
 5 =  $z$  - заряд  
 6 =  $P_x$   
 7 =  $P_y$  - компоненты импульса  
 8 =  $P_z$   
 9 =  $E$  - энергия  
 10 = не используется  
 11 =  $X$   
 12 =  $Q^2$   
 13 =  $\Theta$   
 14 =  $Y$   
 15 =  $XMU$   
 16 =  $PTOT$   
 17 =  $W^2$   
 18 =  $P_T$   
 19 =  $WEIG$  - вес события  
 20 = не используется  
 21 ÷ 30 то же самое, как 1-10, для рассеянного лептона  
 31 ÷ 40 то же самое, как 1-10, для каждой частицы по порядку, как они родились в LEPTO, и т.д. по 10 слов для каждой новой частицы

3. Банк годоскопа JHODG

JHODG = LVQ(JMAGI - 2) - первый адрес банка  
 IVQ(JHODG + 1) =  $N_x$  - число X-хитов  
 IVQ(JHODG + 2) =  $N_y$  - число Y-хитов  
 IVQ(JHODG + 3) =  $N_h$  - число HALO-хитов  
 JHODX = LVQ(JHODG - 1) - первый адрес первого X-хита  
 VQ(JHODX+I) =  $N$  годоскопа \*  $10^3 + N$  канала,  $I=1, \dots, N_x$   
 JHODY = LVQ(JHODG - 2) - первый адрес первого Y-хита  
 VQ(JHODY+I) =  $N$  годоскопа \*  $10^3 + N$  канала,  $I=1, \dots, N_y$   
 JHODH = LVQ(JHODG - 3) - первый адрес HALO-хита  
 VQ(JHODH+I) =  $N$  канала,  $I=1, \dots, N_h$

4. Банк переднего спектрометра JFORG

JFORG = LVQ(JMAGI - 3) - первый адрес банка  
 IVQ(JFORG + 1) =  $N_x$  - число X-хитов

$IVQ(JFORG + 2) = N_u$  - число  $u$ -хитов  
 $IVQ(JFORG + 3) = N_w$  - число  $w$ -хитов  
 $JFORX = LVQ(JFORG - 1)$  - первый адрес первого  $X$ -хита  
 $VQ(JFORX + I) = N_{\text{плоск.}} \cdot 10^4 + N_{\text{окт.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  $I=1, \dots, N_x$   
 $JFORU = LVQ(JFORG - 2)$  - первый адрес первого  $u$ -хита  
 $VQ(JFORU + I) = N_{\text{плоск.}} \cdot 10^4 + N_{\text{окт.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  $I=1, \dots, N_u$   
 $JFORW = LVQ(JFORG - 3)$  - первый адрес первого  $w$ -хита  
 $VQ(JFORW + I) = N_{\text{плоск.}} \cdot 10^4 + N_{\text{окт.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  $I=1, \dots, N_w$

#### 5. Банк тороидального спектрометра JTORG

$JTORG = LVQ(JMAGI - 4)$  - первый адрес банка  
 $IVQ(JTORG + 1) = N_x$  - число  $X$ -хитов  
 $IVQ(JTORG + 2) = N_u$  - число  $u$ -хитов  
 $IVQ(JTORG + 3) = N_w$  - число  $w$ -хитов  
 $JFORX = LVQ(JFORG - 1)$  - первый адрес первого  $X$ -хита  
 $VQ(JTORX + I) = N_{\text{супермод.}} \cdot 10^6 + N_{\text{плоск.}} \cdot 10^4 + N_{\text{окт.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  
 $I=1, \dots, N_x$   
 $JTORU = LVQ(JTORG - 2)$  - первый адрес первого  $u$ -хита  
 $VQ(JTORU + I) = N_{\text{супермод.}} \cdot 10^6 + N_{\text{плоск.}} \cdot 10^4 + N_{\text{окт.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  
 $I=1, \dots, N_u$   
 $JTORW = LVQ(JTORG - 3)$  - первый адрес первого  $w$ -хита  
 $VQ(JTORW + I) = N_{\text{супермод.}} \cdot 10^6 + N_{\text{плоск.}} \cdot 10^4 + N_{\text{окт.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  
 $I=1, \dots, N_w$

#### 6. Банк мюонного идентификатора JSPMU

$JSPMU = LVQ(JMAGI - 5)$  - первый адрес банка  
 $IVQ(JSPMU + 1) = N_x$  - число  $X$ -хитов  
 $IVQ(JSPMU + 2) = N_y$  - число  $Y$ -хитов  
 $JSPMX = LVQ(JSPMU - 1)$  - первый адрес первого  $X$ -хита  
 $VQ(JSPMX + I) = N_{\text{плоск.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  $I=1, \dots, N_x$   
 $JSPMY = LVQ(JSPMU - 2)$  - первый адрес первого  $Y$ -хита  
 $VQ(JSPMY + I) = N_{\text{плоск.}} \cdot 10^3 + N_{\text{канал.}}$ ,  $I=1, \dots, N_y$

### 8. Работа с программой GEATORS на VAX, IBM PC AT386/486 и на ЕС-ЭВМ

Программа GEATORS поставлена на ЭВМ ЕС-1066, VAX и на IBM PC AT386/486.

Для работы на ЕС -1066 на диске 191 машины С897001 находятся файлы:

GEATORS CARDS  
 GEATORS CRADLE  
 GEATORS TXTLIB - файлы для работы с программой моделирования  
 GEATORS DAT  
 GEATORS EXEC  
 GEANUC TEXT  
 TESTOR FORTRAN - программа чтения ZEBRA-файла, записанного в программе моделирования GEATORS.

Для работы на VAX-8350 в директории DISK\$ SE:[SHABRATOVA] находятся файлы:

GEATORS.PAM  
 GEATORS.CRA  
 GEATORS.OLB - файлы для работы с программой моделирования  
 GEATORS.DAT  
 GEATORS.COM  
 TESTOR.FOR - программа чтения ZEBRA-файла, записанного в программе моделирования GEATORS.

Для работы на PC используются файлы:

GEATORS.CAR  
 GEATORS.CRA  
 GEAT-LIB.LIB - файлы для работы с программой моделирования  
 GEATORS.DAT  
 GEATORS.LNK  
 TESTOR.FOR - программа чтения ZEBRA-файла, записанного в программе моделирования GEATORS.

## Литература

- [1] Guoyot G. et al. *Study of Deep Inelastic Scattering Using a Superconducting Toroidal Spectrometer (STORS)*. Letter of Intent, 1991.
- [2] Brun R. et al. *GEANT Long Writeup, CERN Program Library, W5013*, 1989.
- [3] THE LUND MONTE-CARLO PROGRAMS - CERN Pool programs W5035/W5045/W5046/W5047/W5048 long write-up.
- [4] Akishin P.G., Vorozhtsov S.B., Zhidkov E.P. *Calculation of the Magnetic Field of the Isochrone Cyclotron Sector Magnet by the Integral Equation Method*. JINR, E9-11859, Dubna, 1978.
- [5] Brun R. et al. *FFREAD - Format Free Input Processing. User guide and Reference Manual*. CERN, DD/EE/78-2, 1978.
- [6] Brun R. et al. *ZEBRA user guide. Provisional. CERN Program Library, DD/EE/85-6, Q100*, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 апреля 1992 года.