

4949/2-78

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



9/4-78

С 344.17  
А-139

P10 - 11814

А.У.Абдурахимов, В.Г.Иванов,  
Ж.Ж.Мусульманбеков

ПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ  
ИСКУССТВЕННЫХ СОБЫТИЙ  
В ТРЕКОВОЙ КАМЕРЕ  
С ВНУТРЕННЕЙ МИШЕНЬЮ

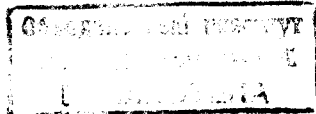
**1978**

P10 11814

А.У.Абдурахимов, В.Г.Иванов.

Ж.Ж.Мусульманбеков

ПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ  
ИСКУССТВЕННЫХ СОБЫТИЙ  
В ТРЕКОВОЙ КАМЕРЕ  
С ВНУТРЕННЕЙ МИШЕНЬЮ



Абдурахимов А.У., Иванов В.Г., Мусульманбеков Ж.Ж. P10 - 11814

Программа генерации искусственных событий в трековой камере с внутренней мишенью

В работе описывается программа, которая позволяет по задаваемым параметрам треков и вершин генерировать искусственные события в объеме трековой камеры с внутренней мишенью с учетом многократного рассеяния в данной среде и проектировать результаты генерации с учетом измерительных ошибок на плоскости соответствующих стереоснимков. Результаты генерации после обсчета по соответствующей программе геометрической реконструкции дают возможность произвести оценку точностных характеристик параметров исследуемого события в зависимости от его конфигурации, измерительных ошибок и многократного рассеяния.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Abdurakhimov A.U., Ivanov V.G., Musulmanbecov J.J. P10 - 11814

The Program for Artificial Generation of Events for the Track Chamber with the Target in the Fiducial Volume

The facilities available in the program for artificial generation of events is described. This program is used to construct artificial events for the track chamber with the target inside it and to project these onto corresponding film views taking into account multiple scattering and measurement errors.

Results of generation of permit to estimate the parameter accuracy characteris of the event under study with regard to its configuration, measuring errors and multiple scattering.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

## ВВЕДЕНИЕ

Для проверки программы геометрической реконструкции<sup>/1/</sup> событий в стримерной камере СКМ-200<sup>/2/</sup> на базе программы WORM2<sup>/3/</sup> была создана модифицированная версия программы генерации искусственных событий. Она позволяет по задаваемым параметрам треков и вершин событий генерировать результаты обмера соответствующих стереоснимков.

Основные отличия данной программы от WORM2 следующие:

- а) с помощью специального ключа можно вводить события различных классов одновременно;
- б) вводится возможность учета неоднородности магнитного поля в камере заданием трех компонент магнитного поля;
- в) учитывается возможность введения во внутренний объем камеры различных мишеней;
- г) результаты генерации выдаются на печать в более компактном виде;
- д) запись результатов генерации осуществляется на магнитную ленту в виде PRGEOM-массивов.

Программа написана на алгоритмическом языке ФОРТРАН для ЭВМ БЭСМ-6.

Результаты генерации событий и подробный анализ данных для СКМ-200 были представлены в работе<sup>/4/</sup>.

## § I. Основные характеристики программы

1. Траектории заряженных частиц в объеме камеры вычисляются путем интегрирования уравнений движения в неоднородном магнитном поле по методу Рунге-Кутты с учетом ионизационных потерь.

2. Учитываются эффекты многократного рассеяния в данной среде и измерительные ошибки.

3. Программа позволяет генерировать события со сложной топологией, а именно, с  $V^0$ -частицами, с треками, имеющими изломы, со вторичными взаимодействиями; при этом общее число всех треков не должно превышать десяти. Различные типы генерируемых событий показаны на рис.1.

4. Координаты вершин и треков события проектируются на плоскости соответствующих стереоснимков, максимальное число которых равно четырём. Результаты генерации записываются на магнитную ленту в виде PRGEOM-массивов, которые являются входными данными для программ геометрической реконструкции TNGESH, ГЕОМСК<sup>/1/</sup>.

5. Имеется возможность генерации событий двух типов:

а) главная вершина генерируемых событий является соответствующей точкой, и дальнейшая его обработка осуществляется по обычным программам геометрической реконструкции, что имеет место в жидководородных камерах;

б) вершина генерируемого события считается фиктивной, что соответствует наличию внутри камеры мишени.

При дальнейшей обработке таких событий в программу геометрической реконструкции должны быть включены специальные подпрограммы поиска главной вершины взаимодействия<sup>/5/</sup>.

## § 2. Вычисление пространственных координат треков

В начальной точке с координатами  $x_0, y_0, z_0$  задается импульс частицы  $P_0$ , азимутальный и глубинные углы  $\varphi$  и  $\lambda$ .

В основе расчета лежит система уравнений

$$\frac{dn_x}{ds} = 0.0003(H_y n_z - H_z n_y)/P, \quad (1)$$

$$\frac{dn_y}{ds} = 0.0003(H_z n_x - H_x n_z)/P, \quad (2)$$

$$\frac{dn_z}{ds} = 0.0003(H_x n_y - H_y n_x)/P, \quad (3)$$

$$\frac{dP}{ds} = f(P, s), \quad (4)$$

$$\frac{dx}{ds} = n_x, \quad (5)$$

$$\frac{dy}{ds} = n_y, \quad (6)$$

$$\frac{dz}{ds} = n_z, \quad (7)$$

где  $n_x, n_y, n_z$  являются направляющими косинусами в текущей точке трека,  $P$  - импульс,  $H_x, H_y, H_z$  - компоненты магнитного поля.

Функция  $f(P, s)$  в нашем случае определяется как

$$\frac{dP}{ds} = \frac{P_a - P}{a},$$

где  $P_a$  - импульс частицы на длине трека  $a$ ;

$P_a$  вычисляется из заданной таблицы соотношений пробег-импульс.

Для нахождения решения системы уравнений используется метод Рунге-Кутты с переменным шагом интегрирования  $ds$ . После каждого шага вычисляется угол многократного рассеяния (константа задается в блоке CONS). Шаг интегрирования для каждого интервала, на которые делится трек, должен быть максимально допустимым, однако, не превышающим заданной в блоке CONS величины, так что

$$ds \leq \Delta S_{\max}.$$

## § 3. Вычисление координат точек на треке

Пользователь заранее задает количество точек на треке, которое нужно проектировать на плоскости соответствующих стереоснимков. Они делят следы частиц на те интервалы, в пределах которых с определенным шагом производится интегрирование. Эти точки проектируются на стереоснимки с учетом измерительных ошибок. Величина измерительной ошибки на пленке задается в блоке CONS.

## § 4. Описание программы

Упрощенная блок-схема программы приведена на рис.2.

Главная программа WORM2M осуществляет вызов подпрограммы WORMG0, которая организует ввод блоков информации и начальных данных для генерации.

Процессом генерации событий управляет подпрограмма EVENT, которая осуществляет последовательный вызов следующих подпрограмм: TRACK - вычисляет траекторию частицы в объеме трековой камеры; INTSTR - интегрирует дифференциальные уравнения (1)+(7) методом Рунге-Кутты; RBINT - определяет координаты проектируемых точек на треке; PROR - вычисляет значение пробегов и импульсов частиц; BXYZ - вычисляет компоненты  $H_x, H_y, H_z$  магнитного поля;

- SCATTR - вводит поправки на многократное кулоновское рассеяние в данном веществе;
- RANNOR - генерирует два случайных числа, распределенных по нормальному закону с дисперсией, равной единице;
- RNDM - генерирует случайные числа, равномерно распределенные в интервале (0,1);
- FILM - проектирует пространственные точки трека на плоскости стереоснимков с учетом измерительных ошибок;
- OP - организует вывод данных на печать, формирование и запись PRGEOM - массивов на магнитную ленту.

### § 5. Организация структуры колоды пользователя

Используются четыре группы карт, входящих в пакет данных:  
 а) управляющие карты (RUN-карты), задающие режим работы программы;

- б) блоки информационных TITLE -карт;  
 в) EVENT -карты, задающие исходные параметры событий;  
 г) контрольные карты.

Пакет данных для генерации событий показан на рис.3. Каждая группа карт должна заканчиваться картой FINISH.

RUN - карты управляют вводом данных, выводом результатов генерации и определяют один из двух вариантов работы программы.

TITLE - карты представляют собой информационные блоки с набором всевозможных констант, данными о параметрах установки и ее оптической системы и т.п.

EVENT - карты служат для задания топологии события и параметров входящих в него вершин и треков.

Контрольные карты позволяют изменять значение констант в блоке CONS, устанавливать новое значение генератора случайных чисел, повторять генерацию требуемого класса событий необходимое число раз.

### § 6. Управляющие RUN -карты

Используются два типа управляющих карт: TAPE, OUTPUT.

1. Управляющая карта TAPE

I	IO	20	30	40
TAPE			n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>

Она позволяет заменить первоначальное значение n<sub>1</sub>-го элемента массива IRUN (IO) в помеченном COMMON-блоке IRUN программы новым значением n<sub>2</sub>. В таблице I приводятся начальные значения и функции каждого элемента массива IRUN.

Таблица I

№ элемента в массиве IRUN	Идентификатор элемента в массиве	Начальное значение n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	Функции
1	INA	50	-	Логический номер устройства ввода блоков информации
2	INB	50	-	Логический номер устройства ввода EVENT -карт.
3	LISTA	5I	-	Логический номер устройства печати результатов генерации.
4	LISTB	0	-	Логический номер устройства печати подробной информации о генерации.
5	LISTC	5I	0	Логический номер устройства печати PRGEOM -массивов.
6	LISTD	IO	0	Логический номер магнитофона.
7	PLOT	IO	0	
8	FICT	II	0	FICT=II - вершина взаимодействия - фиктивная FICT=0 - вершина - соответствующая точка.
9				
10				

2. Управляющая карта OUTPUT.

I	IO	20	30	40
OUTPUT				N

В OUTPUT- карте задается количество событий - N, которые необходимо пропустить на магнитной ленте записи результатов генерации.

### § 7. Информационные TITLE -карты

Необходимы для генерации событий данные о параметрах установки и ее оптической системы - магнитное поле, соотношение пробег-импульс и т.п. - вводятся на перфокартах в виде набора блоков информации. Они идентичны соответствующим блокам информации в геометрических программах реконструкции за исключением блока CONS, содержимое которого приводится в приложении I.

На первой перфокарте набора пробивается название TITLEW в колонках I-6. На второй карте в колонках I-5 пробивается номер эксперимента, а в колонках 6-15 - номер первого события.

Затем следуют блоки информации CONS, CAMERA, REALFM, MEDIA, RANGE, FIELD.

После последней карты последнего блока стоит карта FINISH.

### § 8. Карты задания исходных данных для генерации события

Различаются три типа карт задания данных: EVENT, POINT и TRACK.

1. Карта EVENT обозначает начало нового события. В колонках I-5 пробивается слово EVENT.

2. Карта POINT предназначена для задания вершин в данном событии. Она пробивается в следующем формате:

Кол. I-5 - POINT - название карты,  
Кол. II - метка вершины,  
Кол. 2I-30 -x  
Кол. 3I-40 -y } координаты вершины в камере.  
Кол. 4I-50 -z

3. Карта TRACK задает начальные параметры для частицы.

Кол. I-6 - TRACK - название карты,  
Кол. II - метка вершины, из которой исходит данный трек,  
Кол. I2 - порядковый номер трека,  
Кол. I7-I9 - название частицы,  
Кол. 20 - заряд частицы (+ или -),  
Кол. 2I-30 - начальный импульс частицы (ГэВ/с),  
Кол. 3I-40 - глубинный угол (рад),  
Кол. 4I-50 - азимутальный угол (рад),  
Кол. 5I-60 - число точек, необходимых для измерения данного трека,

Кол. 6I-70 - длина трека (см). Если установить значение ноль, то длина трека будет равна длине пробега частицы в данном веществе.

### § 9. Контрольные карты

Контрольные карты размещаются между картами задания исходных данных определенных событий.

Карта CONS позволяет изменять начальные условия в блоке информации CONS.

Кол. I-6 - CONS - название карты,  
Кол. 2I-30 - адрес константы в блоке,  
Кол. 3I-40 - новое значение этой константы.

Карта RANDOM позволяет установить новое начальное значение генератора случайных чисел.

Кол. I-6 - RANDOM - название карты,  
Кол. 30-40 - новое значение генератора случайных чисел.

Карта KSWICH служит для продолжения или блокировки генерации различных типов событий.

Кол. I-6 - KSWICH - название карты,  
Кол. IO-20 - номер ключа.

### § IO. Работа с программой

Пакет задачи пользователя для генерации искусственных событий состоит из следующих перфокарт (если программа записана на магнитную ленту).

```
*NAME _ WORM2M
*TIME:00.30
*PASS _ *****
*LIBRARY:1
*TAPE:NNN/IVANOV,67,R
*TAPE:NNN/IVANOV,52,W
*CALL PICMEMORY
*PERSO:67000
*NO _ LOAD _ LIST
*NO _ OPT
*EXECUTE
```

пакет данных

\*END FILE

д/к

Для каждого генерированного события печатаются начальные параметры, текущие значения генератора случайных чисел, число измеренных точек на треках, расстояния первых точек треков от вершины, координаты последних измеренных точек на треках и соответствующие кинематические параметры частиц в этих точках. В процессе работы программы также печатается диагностика ошибок, если они имеют место. В приложении 2 приводится таблица ошибок.

Имеется возможность распечатки содержимого PRGEOM -массивов. Управление выводом результатов генерации осуществляется с помощью карты TARE (см. § 6). Для обработки результатов генерации, обчисланных по геометрической программе, могут быть использованы Н-пакет системы HYDRA, программы SUMX и т.д.

#### Заключение

Предлагаемая программа позволяет производить оценку точностных характеристик и параметров исследуемого события в зависимости от измерительных ошибок и многократного рассеяния, от величины импульсов, углов погружения треков и их длин. Ее также можно применить для определения местоположения счетчиков триггера для определенной задачи. При задании соответствующих параметров установки в блоке SONS данная программа позволяет генерировать искусственные события в любой трековой камере. Таким образом, следует отметить широкие возможности этой программы для решения различных методических задач в трековых камерах.

Авторы благодарят А.П. Стельмаха и В.А. Степаненко за обсуждения.

#### Блок SONS

Адрес		В какой подпрограмме используется	Значение
В COMMON PHYS	В CONS		
4	I	-	не используется
5	2	FILM	максимально допустимая точность измерений на пленке
6	3	TRACK	константа многократного рассеяния (рад)
7	4	FILM	измерительная ошибка (см)
8	5	FILM	расстояние объектив - пленка (см)
9	6	TRACK	максимальный шаг интегрирования (0.1 см)
10	7	TRACK	интервал для вычисления $N$ и $\frac{dP}{d\Omega}$
11	8	EVENT TRACK	разброс точек на треке относительно их средних положений
12	9	TRACK ENDTRK	допустимая остаточная длина для треков, останавливающихся в камере
13	10	FILM	максимальное значение x-координат на пленке
14	11	FILM	максимальное значение y-координат на пленке
15	12	TRACK	константа генерации $\epsilon$ , указывающая на то, что ошибки в $n_x$ , $n_y$ , $n_z$ и $P$ меньше $10^{-6} \epsilon$ и ошибки в пространственных координатах $x, y, z$ менее $10^{-4} \epsilon$
16	13	BOUNDS	максимальное значение x-координаты в камере (см)
17	14	BOUNDS	максимальное значение y-координаты в камере (см)
18	15	BOUNDS	минимальное значение z-координаты в камере (см)
19	16	TRACK SCATTR	максимальный угол рассеяния (рад)

Приложение 2

Таблица ошибок

I. Нефатальные ошибки	
№ ошибки	Значение
I.	Неверная карта заголовка события
2.	Неверная карта задания данных или контрольная карта
3.	Одна из точек задана дважды
4.	Неверный код частицы
5.	Задано более 25 измерительных точек на треке
6.	Трек задан за пределами камеры
7.	Отсутствуют точки трека
8.	Трек выходит за пределы одной из проекций
9.	Точка не измерена на одной из проекций
10.	Ошибка в карте задания данных
11.	Заданная точка находится за пределами камеры
12.	Трек выходит из камеры
13.	Ошибка в контрольной карте $S\bar{O}NS$
II. Фатальные ошибки	
100.	Ошибка в одном из информационных блоков
101.	Длина информационного блока больше допустимой
102.	Задано более 4-х фотокамер
103.	<b>EOF</b>
104.	Более 11 <b>EVENT</b> -карт для данного события

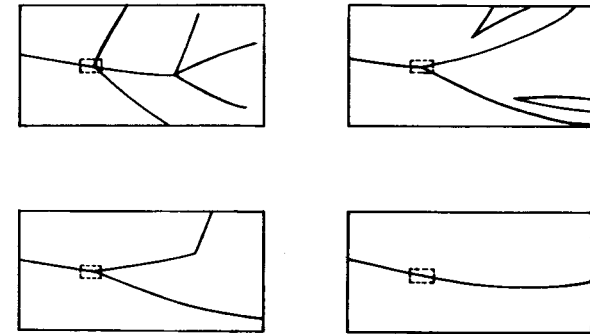


Рис.1. Типы генерируемых событий.

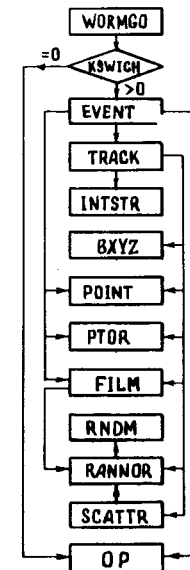


Рис.2. Упрощенная блок-схема программы.



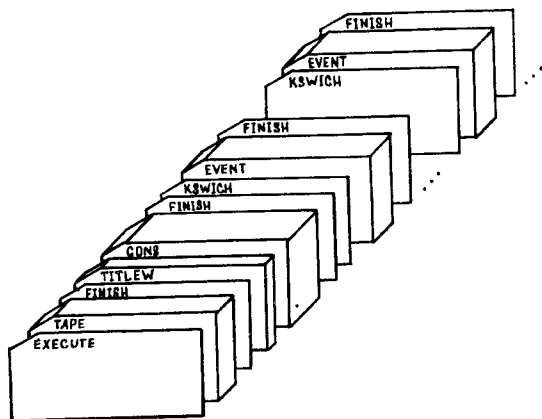


Рис.3. Организация пакета данных .

#### Литература

1. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, IO-IO988, Дубна, 1977.
2. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, I3-IO692, Дубна, 1977.
3. A.Yule, LBCG Information Notes, N11, CERN, Geneva, 1968.
4. Абдурахимов А.У., Иванов В.Г., Мусульманбеков Ж.Ж. ОИЯИ, IO-II323, Дубна, 1978.
5. Дорж Л. и др. ОИЯИ, P5-8560, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел  
28 июля 1978 года.