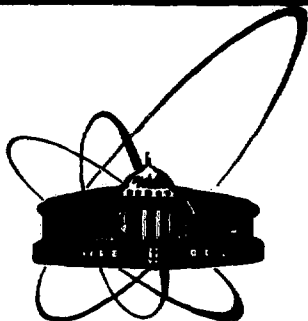


с  
SU 8310586



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

1-83-274

**В.М.Изъюров, М.Н.Хачатурян**

**ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ  
НА ОСНОВЕ GEANT  
ДЛЯ УСТАНОВКИ "ФОТОН-МАССЕР"**

**1983**



## 1. ВВЕДЕНИЕ

На базе программы GEANT<sup>1/</sup> создана система подпрограмм FOGEN/GEANT для моделирования процессов, исследуемых с помощью черенковского масс-спектрометра "Фотон-Массер".

GEANT представляет собой общую программу для моделирования электронных экспериментов. Для того, чтобы применить ее к определенному эксперименту, необходимо создать комплекс подпрограмм, которые задавали бы геометрию эксперимента, типы исследуемых реакций, содержали информацию о регистрирующих элементах установки и т.п. /см., например, NA4SIMUL<sup>2/</sup>, MCBISDD<sup>3/</sup> /.

GEANT использует следующие внешние программы:

- HBOOK<sup>4/</sup> - для гистограммирования;
- ZBOOK<sup>5/</sup> - с целью создания необходимого для работы программы ресурса памяти в ЭВМ;
- FFREAD<sup>6/</sup> - для чтения карт данных.

Программа FOGEN, описанию которой посвящена настоящая работа, представляет собой пакет подпрограмм, которые служат для моделирования событий и учитывают все основные характеристики установки "Фотон-Массер". По отношению к этим подпрограммам, GEANT выполняет функции управляющей программы.

Кроме перечисленных выше внешних программ, FOGEN использует программу моделирования электрон-фотонного каскада EMCASR<sup>7/</sup>.

## 2. ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ

Программа FOGEN написана на языке фортран и позволяет решать следующие задачи:

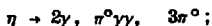
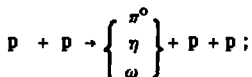
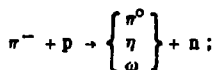
- 1/ определять геометрическую эффективность регистрации исследуемых процессов;
- 2/ рассчитывать оптимальную геометрию эксперимента;
- 3/ получать распределения кинематических параметров процесса;
- 4/ имитировать работу регистрирующих элементов установки для последующей проверки и отладки программы геометрической реконструкции событий;
- 5/ рассчитывать разрешающие способности установки.

Предусмотрена возможность записи моделированных событий на магнитную ленту.

Для работы с программой достаточно знания карт данных, с помощью которых задаются параметры исследуемой реакции и геометрия установки.

Программа предназначена для моделирования процессов с образованием в конечном состоянии резонансов, распадающихся на гамма-кванты.

Примеры реакций:



### 3. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Черенковский масс-спектрометр "Фотон-Массер" /8/ предназначен для поиска и исследования процессов рождения и распада резонансов на гамма-кванты и электрон-позитронные пары.

Схема установки приведена на рис.1. Ниже перечислены основные ее элементы: 1/ мишень М. 2/ Проволочные магнитоотричные камеры ИК по 16 в каждом плече. 3/ Годоскоп сцинтилляционных счетчиков СГ, состоящий из 40 элементов. 4/ Годоскоп С черенковских гамма-спектрометров полного поглощения из свинцового стекла по 45 шт. в каждом плече. 5/ Медные конверторы К, расположенные между группами из четырех камер.

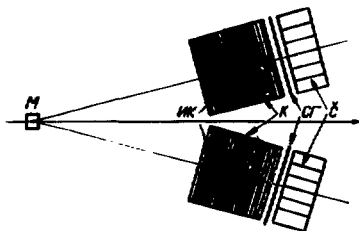


Рис. 1

### 4. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Работа программы FOGEN /рис.2/ состоит из трех последовательных стадий, в соответствии с чем все подпрограммы подразделяются на три группы. Ниже дается краткое описание основных разделов программы.

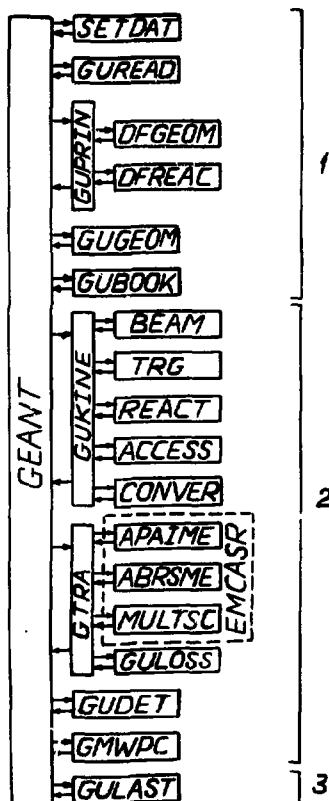


Рис. 2

## 1/ Начальная стадия

В SETDAT происходит засылка констант в COMMON-блоки. Чтение карт данных осуществляется в GUREAD. В GUPRIN, DFGEOM и DFREAC на основе входных данных организуется информация о геометрии установки и об исследуемой реакции. В GUGEOM формируются массивы с информацией об искровых камерах. Заказ необходимых гистограмм происходит в GUBOOK.

## 2/ Рабочая стадия

А. Кинематика. Генерация событий контролируется с помощью подпрограммы GUKINE. В BEAM разыгрываются импульс и направление частицы пучка. В TRG разыгрывается точка взаимодействия в мишени. Рождение резонанса с учетом динамики взаимодействия и его распад на гамма-кванты разыгрываются в REACT. Для трехчастичного распада применяется метод, основанный на использовании диаграммы Далица<sup>19/</sup>. В том случае, когда в конечном состоянии имеются четыре и более частицы, применяется соответствующая подпрограмма из GEANT<sup>11/</sup>. В ACCESS проверяется попадание гамма-квантов в телесный угол установки. В CONVER разыгрывается пробег каждого гамма-кванта до его конверсии в электрон-позитронную пару,

определяются номер конвертора, в котором произошла конверсия, и ее координаты.

Б. Трассирование. На этом этапе прослеживается путь электрон-фотонного каскада от точки конверсии гамма-кванта через блоки искровых камер до гамма-спектрометров. Учитывается образование электрон-позитронных пар гамма-квантами, тормозное излучение электронов и многократное рассеяние электронов. Моделирование этих процессов осуществляется с помощью соответствующих подпрограмм из EMCASR<sup>17/</sup>. В GULOSS разыгрываются ионизационные потери электронов. Контроль за трассированием осуществляется подпрограммой GTRA.

В. Определение отклика регистрирующей аппаратуры. Координаты центра тяжести электрон-фотонного ливня, номера "засвеченных" модулей спектрометра и энерговыделение в спектрометре вычисляются в GUDET. QMPC определяет номера сработавших проволок в искровых камерах.

### 3/ Финальная стадия

На заключительной стадии с помощью подпрограммы GULAST производятся печать гистограмм и запись их на диск, а также проводится анализ результатов моделирования.

Программа моделирования FOGEN была использована при обработке результатов эксперимента по измерению парциальной ширины распада  $\eta \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma$ . С этой целью моделировалась реакция



при импульсе  $\pi^-$ -мезона 3,6 ГэВ/с, и процессы, являющиеся фоновыми для данной реакции:



Были рассчитаны пределы изменения кинематических параметров /энергия, углы разлета гамма-квантов, их эффективная масса/ и эффективности регистрации реакций /1/-/4/. На основе этих расчетов определены критерии отбора полезных событий. Для иллюстрации

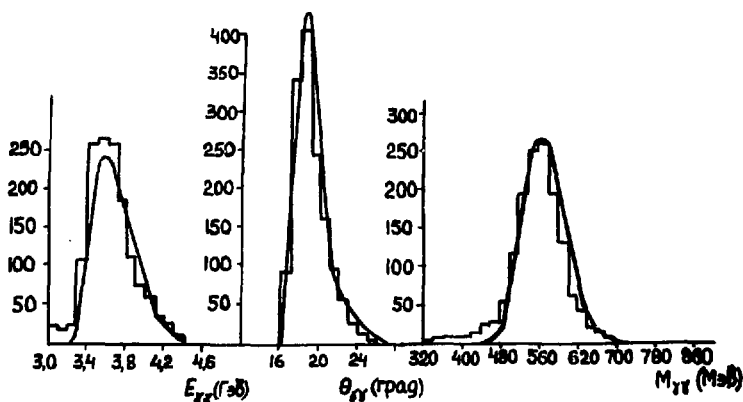


Рис. 3

работы программы на рис.3 приведены распределения по энергии двух гамма-квантов, по углам разлета и по эффективной массе, полученные моделированием реакции

$$\pi^- + p \rightarrow \eta + n, \quad \eta \rightarrow 2\gamma, \quad /5/$$

и соответствующие распределения, полученные в эксперименте. Гладкой кривой показан результат моделирования, при помощи гистограмм - экспериментальный результат.

Кроме того, программа была использована для определения оптимальной геометрии эксперимента по изучению кумулятивного рождения  $\eta$ - и  $\omega$ -мезонов в реакции

$$d + C \rightarrow \left\{ \begin{array}{c} \eta \\ \omega \end{array} \right\} + X$$

при импульсе дейтрона 8 ГэВ/с, а также для оценки выхода  $\eta$ - и  $\omega$ -мезонов.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Х.Новак и Р.Г.Аствацатурова за помощь в работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Brun R. et al. GEANT, CERN, DD/78/2.
2. Brun R. et al. NA4SIMUL, CERN, DD/EE/78-1.
3. Nowak H., Nowak W.D. JINR, E1-80-685, Dubna, 1980.
4. Brun R. et al. HBOOK, CERN, DD/77/9.
5. Brun R. et al. ZBOOK, CERN, DD/73/1.
6. Brun R. et al. FFREAD, CERN, DD/EE/78-2.
7. Stanev T., Vankov Ch. Comput.Phys.Commun., 1979, 16, p. 363.
8. Аверичев С.А. и др. ЯФ, 1979, 4, с. 57.
9. Копылов Г.И. Основы кинематики резонансов. "Наука", М., 1970, с. 363.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
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.

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



**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

<b>Индекс</b>	<b>Тематика</b>
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

Изыуров В.М., Хачатурян М.Н.

1-83-274

Программа моделирования на основе GEANT для установки "Фотон-Массер"

На базе общей системы программ для моделирования экспериментов по физике высоких энергий был создан пакет подпрограмм для моделирования некоторых реакций по рождению нейтральных резонансов, распадающихся на гамма-кванты. Новая система подпрограмм учитывает все основные характеристики установки "Фотон-Массер" и может служить как для вычисления эффективности уже проведенных измерений, так и для подготовки новых экспериментов. Учитываются ионизационные потери электронов, образование электрон-позитронных пар гамма-квантами, многократное рассеяние и тормозное излучение электронов. Показано, что результаты расчета по этой программе хорошо согласуются с экспериментом. Программа была использована при обработке результатов эксперимента по измерению парциальной ширины распада  $\eta \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma$  и для определения оптимальной геометрии эксперимента по изучению кумулятивного рождения  $\eta$ - и  $\omega$ -мезонов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯЛ.

Сообщения Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Izyurov V.M., Khachaturlan M.N.

1-83-274

Simulation Program on the Base of "GEANT" for the "Photon-Masser" Setup

On the base of general program system for simulating high energy physics experiments a program package has been created for simulating some neutral resonance production reactions. New system of subprograms makes allowance for all basic characteristics of "Photon-Masser" setup. It could serve both for calculating the efficiency of measurements already performed, and for preparing new experiments. Electron ionization losses, production of electron-positron pairs induced by gamma-quanta, multiple scattering and electron bremsstrahlung are taken into account. It is shown that results of calculation by this program agree well with experiment. The program can be used for processing results of the experiment on measurement of partial width of  $\eta \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma$  decay and for determining the optimal geometry of experiment on the study of cumulative production of  $\eta$ - and  $\omega$ -mesons.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.

Редактор Б.Б. Колесова. Макет Н.А. Киселевой.  
Набор Н.П. Сергеевой, Е.М. Граменицкой.

Подписано в печать 11.05.83.

Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 0,79.  
Тираж 300. Заказ 32886.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.