

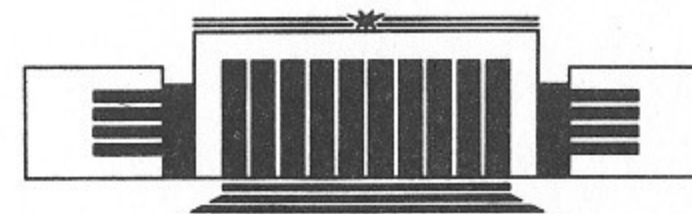


ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

А.Д. Букин

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО
ПОЗИТРОННОГО КОНВЕРТОРА
ПРИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЯХ**

ПРЕПРИНТ 90-100



НОВОСИБИРСК

АННОТАЦИЯ

Предложена процедура выбора оптимальной формы позитронного конвертора при низких энергиях исходного пучка частиц на основе предварительного отбора событий. Описана программа расчёта коэффициента конверсии для персонального компьютера IBM PC, использующей предварительно подготовленные события с помощью программы моделирования UNIMOD2.

ABSTRACT

The procedure for the search of the optimum form of positron converter at low energy of incident beam is suggested based on the preliminary selection of simulated events. The computer code for estimation of the conversion coefficient on IBM PC is described which uses the events preliminarily prepared with the simulation routine UNIMOD2.

1. ВВЕДЕНИЕ

Для установок на встречных электрон-позитронных пучках одним из процессов, определяющих предельные параметры установки, является скорость производства позитронов. Выбор оптимальной формы и размеров позитронного конвертора расчётным путём с помощью какой-либо программы моделирования прохождения излучения через вещество позволяет лучше понять зависимость коэффициента конверсии от параметров исходного пучка и конвертора, однако, при низких энергиях существенно осложняется малой величиной коэффициента конверсии ($\sim 10^{-3}$). В Институте ядерной физики СО АН СССР для расчёта коэффициента конверсии использовались программы моделирования на больших вычислительных машинах коллективного пользования (например, [1-6]).

Машины коллективного пользования имеют, как правило, такой недостаток, что результаты счёта получаются недостаточно оперативно, а при выборе формы конвертора необходимо выяснить зависимость величины коэффициента конверсии при многочисленных изменениях формы и характерных размеров конвертора.

В последнее время в СССР получили распространение персональные компьютеры фирмы IBM, которые имеют хорошие графические возможности и довольно высокую производительность. Однако, и размер оперативной памяти, и производительность процессора не позволяют непосредственно использовать универсальные программы моделирования прохождения излучения через вещество, такие как GEANT и UNIMOD2, для расчёта коэффициента конверсии.

В данной работе предлагается вариант совместного использования возможностей больших машин коллективного пользования и персональных компьютеров для решения этой задачи.

2. ОБЩАЯ СХЕМА РАСЧЁТА КОНВЕРТОРА

Предлагается разбить весь расчёт коэффициента конверсии на два этапа. Первый этап расчёта выполняется на программе прохождения излучения через вещество в бесконечном пространстве, заполненном веществом конвертора, например, вольфрамом. В Институте ядерной физики СО АН СССР эта схема реализована с помощью программы UNIMOD2 [7, 8, 9]. В процессе моделирования отбираются события, в которых были рождены позитроны с параметрами в заданном фазовом

объёме. Для этих событий выводится подробная информация о каждом перемещении "полезных" позитронов, а также всех промежуточных частиц от начальной до этих позитронов. Каждое перемещение характеризуется направлением и величиной перемещения, а также энергией частицы в начале и конце этого перемещения. Вся эта информация записывается в отдельный файл, который затем следует перенести на магнитный диск персонального компьютера.

На следующем этапе программа в персональном компьютере должна считывать информацию из этого файла и "проигрывать" заново историю событий, учитывая конкретную геометрию конвертора. При отсутствии магнитного поля это сводится к переносу частиц через области пустого пространства без изменения параметров частицы: направления движения и энергии. По этой схеме была написана программа CONVER для IBM PC, описание которой приводится в следующей главе.

3. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ CONVER

Программа CONVER написана на языке Фортран-77 с использованием графического пакета программ фирмы Microsoft. Исходный текст программы занимает 42.3 килобайт (1379 строк), исполняемый модуль составляет 82.3 килобайт.

Информация о "полезных" событиях должна быть представлена в виде одного или нескольких файлов на магнитных дисках (расширение имени файла должно быть TXT). Записи (строки) такого файла должны быть двух типов.

Строка первого типа начинается описание каждого "полезного" события. Программой CONVER она читается по формату

FORMAT(2I5, 2E12.5, A8)

Здесь первое число содержит приращение счётчика начальных частиц; второе число - количество строк второго типа, следующих сразу за строкой первого типа; третье и четвертое числа указывают интервал энергии позитрона, который может быть захвачен на орбиту после конвертора; пятое число содержит название материала конвертора.

Каждая строка второго типа вводится по формату

FORMAT(2I5, 5E12.5)

и содержит информацию об очередном перемещении частицы. Первое число содержит тип частицы - целое число 1(фотон), 2(электрон)

или 3(позитрон). Второе число является номером частицы-родителя, траекторию которой продолжает данное перемещение текущей частицы. Для единообразия последовательные перемещения частиц с изменением энергии и направления за счёт процессов ионизационных потерь и многократного рассеяния тоже рассматриваются как перемещения частицы-родителя и дочерней частицы. Другими словами, все строки второго типа для каждого события нумеруются, начиная с 1, и на втором месте в строке второго типа должен быть номер ранее введённой строки, траектория которой продолжается в данной строке.

Третье и четвертое числа содержат полную энергию частицы в начале и конце перемещения, соответственно (МэВ). На пятом месте должна быть величина перемещения частицы (см). Последние два числа задают направление данного перемещения - углы ϑ и φ (радианы) относительно направления перемещения частицы-родителя. Введённой информации вполне достаточно, чтобы воспроизвести очередное перемещение частицы, при этом, если встречается область пространства, не заполненная веществом конвертора, то остаток перемещения частицы переносится вдоль траектории по пустоте и продолжается в веществе конвертора, если траектория снова упирается в поверхность конвертора.

В программе CONVER геометрия конвертора реализована в виде фигуры вращения, осью которой является ось пучка налетающих частиц. На экране дисплея в процессе подсчёта коэффициента конверсии изображается разрез конвертора по оси симметрии. Вся картинка свёрнута по углу φ так, что по нижнему краю картинки проходит ось X пучка (пучок налетает слева направо), ордината соответствует расстоянию ρ точки до оси пучка. На этом разрезе конвертор задаётся одной или несколькими областями, ограниченными замкнутыми ломаными прямыми. Положение и размер каждой области задаётся координатами (X, ρ) вершин в изломах.

Общение с пользователем организовано в виде меню. При этом пользователь может удалить блок конвертора, добавить блок конвертора, изменить угол захвата позитронов (в программе CONVER условия захвата позитронов на орбиту упрощённые - позитрон должен попасть в заданный интервал энергии и иметь угол с осью пучков не больше угла захвата), запомнить список файлов с информацией о событиях, записать на диск в файл PROFILE.DAT конструкцию

конвертора, заказать прорисовку на экране в процессе счёта траекторий электронов, позитронов и фотонов (для каждой частицы свой признак прорисовки 0 или 1), заказать вывод на диск в отдельный файл информации о выходящих из конвертора "перспективных" позитронах, задать разброс по координатам и углам частиц в налетающем пучке.

Углы и координаты налетающих частиц при входе в конвертор имеют гауссово распределение, характеризуемые своими средне-квадратичными разбросами. Для моделирования этих распределений используется генератор случайных чисел RANDOM фирмы Microsoft.

В тех случаях, когда необходимо изменить условия захвата позитронов, можно внести исправления в текст программы или использовать выходной файл описания выходящих позитронов для подсчёта коэффициента конверсии в своей отдельной программе.

Структура выходного файла описания вылетающих позитронов напоминает входное описание событий. Каждое событие начинается со строки первого типа по формату

FORMAT(2I5, 2E11.4)

где первое число - приращение счётчика налетающих частиц, второе число - количество вылетевших позитронов (и одновременно количество строк второго типа в данном событии); третье и четвёртое число описывают интервал энергии позитронов, которые могут быть захвачены на орбиту (МэВ).

Строка второго типа описывает вылетевший позитрон и может быть введена по формату

FORMAT(7F10.5)

Здесь первое число равно полной энергии позитрона, следующие две тройки чисел образуют два вектора: вектор положения позитрона (см) и единичный вектор направления движения позитрона в декартовой системе координат, у которой ось X направлена по оси движения налетающего пучка, начало координат помещено в точку входа налетающего пучка в конвертор.

Время счёта программы CONVER на компьютере IBM PC/AT примерно в 4 раза меньше процессорного времени счёта программы UNIMOD2 на машине ЕС-1061. Если учесть, что процессорное время счёта на машинах коллективного пользования в несколько раз меньше

астрономического времени ожидания результата, то разница получается ещё больше.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложен способ расчёта коэффициента конверсии пучка электронов или γ -квантов в позитроны, позволяющий существенно сократить время расчёта в тех случаях, когда надо многократно повторять вычисление коэффициента конверсии при изменении формы конвертора. Этот способ позволяет также использовать богатые графические возможности персональных компьютеров.

Автор благодарен Ю.М. Шатунову, по инициативе которого была начата данная работа, за плодотворные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчёт оптимального позитронного конвертора методом Монте-Карло. 1. Описание программы счёта / *Ф.М. Израйлев, В.С. Сынах, В.А. Таюрский и др.* - Новосибирск, 1973. - 40 с. - (Препринт / Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 63-73).
2. Таюрский В.А. Расчёт эффективности конверсии электронов в позитроны при энергии 20-70 МэВ // Атомная энергия.- 1976.- Т.40, вып.1.- С.70-72.
3. Таюрский В.А. Об оптимальной конверсии электронов в позитроны при высокой энергии // Атомная энергия.- 1976.- Т.40, вып.3.- С.242-243.
4. Таюрский В.А. Расчёт конверсии электронов в позитроны при энергии 0,2-2 ГэВ // Атомная энергия.- 1976.- Т.42, вып.4.- С.317-319.
5. Development of the conversion system for VLEPP project / *A.D. Chernyakin, V.N. Karasyuk, G.I. Silvestrov e.a.*// Proc. of the 12th Inter. conf. on high energy accelerators.- Batavia, 1983.- P.131-134.
6. Система конверсии позитронного источника ВЭПП-4 / *В.А. Дзюба, В.Ф. Ключев, А.В. Кожемякин и др.* // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Техника физич. эксперимента.- М., 1984.- №2.- С.7-9.
7. UNIMOD2 - универсальная программа моделирования экспериментов на встречных e^+e^- -пучках. Часть 1. Общее описание / *А.Д. Букин, Н.А. Грозина, М.С. Дубровин и др.* - Новосибирск, 1990. - 33 с. - (Препринт / Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 90-93).
8. UNIMOD2 - универсальная программа моделирования экспериментов на встречных e^+e^- -пучках. Часть 2. Руководство пользователя / *А.Д. Букин, Н.А. Грозина, М.С. Дубровин и др.* - Новосибирск, 1990. - 46 с. - (Препринт / Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 90-95).
9. UNIMOD2 - универсальная программа моделирования экспериментов на встречных e^+e^- -пучках. Часть 3. Руководство пользователя - программиста / *А.Д. Букин, Н.А. Грозина, М.С. Дубровин и др.* - Новосибирск, 1990. - 42 с. - (Препринт / Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 90-96).

А.Д.Букин

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ПОЗИТРОННОГО КОНВЕРТОРА
ПРИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЯХ

Препринт
№ 90-100

Работа поступила - 23 августа 1990 г.

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов

Подписано к печати 23 августа 1990 г.

Формат бумаги 60×90 1/16 Усл.0,8 печ.л., 0,7 учётно-изд.л.

Тираж 200 экз. Бесплатно. Заказ № 100

Ротапринт ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 90