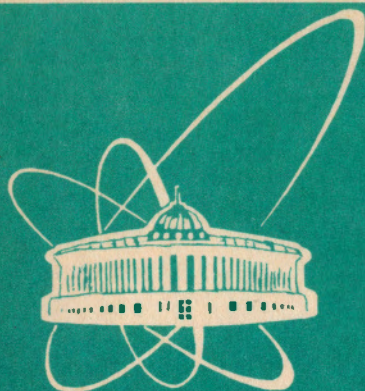


93-85



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P1-93-85

Г.А.Аралбаева*, Н.Н.Карпенко, Г.А.Квирикашвили,
В.Д.Кекелидзе, П.В.Мойсенз, Ю.К.Потребенников

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ,
РАСШИРЯЮЩИЙ ВОЗМОЖНОСТИ
ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТОВ В СИСТЕМЕ GEANT3

*Институт физики высоких энергий АН Республики Казахстан,
Алма-Ата

1993

1 Введение

На стадии подготовки и при проведении экспериментов в области физики высоких энергий существенное значение для получения в кратчайшие сроки качественных физических результатов имеет эффективная организация комплекса моделирующих программ, обеспечивающая удобное и простое их использование экспериментаторами. Хорошей основой для разработки таких комплексов служит система GEANT3 [1], предоставляющая пользователю мощные средства как для описания особенностей эксперимента, так и для получения требуемой модельной информации в удобном для дальнейшего анализа виде. Заложенные в системе возможности динамической настройки процесса моделирования, реализованные с помощью программы FFREAD [2], а также ее интерактивные возможности определяют легкость настройки моделирующей программы на конкретные требования эксперимента, позволяя проводить разработку отдельных программных элементов без реального программирования на алгоритмическом языке.

Расширение подобных возможностей в конкретных программных реализациях существенно повышает скорость разработки программ, уменьшает процент допускаемых ошибок и позволяет сосредоточить внимание экспериментаторов на реализации процедур и модулей, отражающих суть решаемой задачи, освобождая их при этом от рутинного программирования элементов, допускающих полную формализацию в рамках ограничений, определенных особенностями рассматриваемой проблемы. Правильный выбор таких элементов, специальные организационные решения вместе с широким использованием возможностей инструментальной системы программирования PACHY [3] могут, кроме того, значительно облегчить работу по созданию многовариантного расширяемого описания эксперимента, доступного широкому кругу пользователей.

Изложенные выше соображения были приняты за основу при разработке нескольких программ моделирования физических экспериментов в выведенных пучках элементарных частиц высоких энер-

гий. Общая часть созданных программ, не зависящая от конкретной задачи моделирования, выделена при этом в самостоятельный программный комплекс (ПК), позволяющий существенно расширить возможности формализованного описания экспериментов и сервисные средства, обеспечивающие простоту и удобство работы пользователя. Реализованный ПК является пользовательским расширением стандартной схемы организации прикладной программы в системе GEANT3. Он позволяет формализовать элементы описания новых частиц и мод распада частиц, новых материалов и сред, заполняющих экспериментальную установку, кинематики пучка и исследуемого физического события, в том числе с применением моделей JETSET [4, 5] и PYTHIA [6, 5], описания различного типа детекторов частиц и геометрии экспериментальной установки в целом. Для реализации последней возможности предложены схема организации базы объемов модели эксперимента и средства выбора конкретной конфигурации установки из элементов этой базы. В состав ПК включена дополнительная программа розыгрыша четырехчастичного распада исследуемых частиц. В качестве сервисных возможностей разработаны и реализованы средства для продолжения счета после его прерывания начиная с последней внутренней контрольной точки, а также набор процедур формирования графического метафайла со стандартными рисунками установки, взаимодействий и полученных статистических распределений как в формате IRIS [7], так и в RZ-формате системы ZEBRA [8].

Предложен и реализован новый подход к организации в рамках системы PATCHY элементов описания и управления памятью программы. Программный материал комплекса структурирован в соответствии с предложениями [9] и размещен в наборе РАМ-файлов информационного, организационного и функционального типов.

Работа выполнена в ЛСВЭ ОИЯИ на ЭВМ серии ЕС. Разработанный ПК использован в качестве составного элемента в реализованных программах моделирования экспериментов на установках БИС-2 [10] и ЭКСЧАРМ, подготовки проекта эксперимента по поиску и измерению CP-нарушения в распадах В-мезонов [11] и исследования параметров прототипа жидкокриптонного калориметра эксперимента NA-48 [12]. Последняя задача потребовала переноса ПК на IBM PC, для чего в программный материал комплекса были включены элементы, обеспечивающие его транспортабельность.

2 Механизм формализации возможностей описания эксперимента

Наиболее простым способом формализации возможностей описания эксперимента является задание в виде ключей FFREAD параметров конкретных подпрограмм системы GEANT3 и вызов этих подпрограмм с определенными таким образом параметрами. Именно так в разработанном ПК реализованы возможности определения характеристик первичной (налетающей) частицы (подпрограмма GSKINE), параметров оцифровки различного типа детекторов частиц (подпрограммы GSDETH и GSDETD) и элементов разбиения таких детекторов на части (подпрограмма GSDVN). При этом в первом случае дополнительно введены возможности розыгрыша полного импульса P налетающей частицы из заданного импульсного распределения и способ задания такого распределения, а также средства определения весового коэффициента для любого P в виде полинома от P . Это особенно актуально при моделировании экспериментов в пучках нейтральных частиц, имеющих размытые импульсные спектры и, следовательно, требующих учета энергетической зависимости сечений рождения частиц исследуемых событий в тех случаях, когда такой зависимостью нельзя пренебречь.

Несколько другим способом – заданием величин, через которые производится вычисление параметров подпрограмм GEANT3 – формализованы в ПК возможности определения вершины моделируемого взаимодействия (подпрограмма GSVERT). Положение вершины события определяется координатами внутренней мишени эксперимента, направлением оси пучка налетающих частиц, ограничениями установленных коллиматоров и размерами выбранной мишени.

Комбинация двух описанных выше способов, дополненная для общности подхода введением параметра, определяющего количество необходимых повторений вызова одних и тех же подпрограмм системы GEANT3, позволила формализовать в разработанном ПК возможности определения новых частиц (подпрограмма GSPART) и новых мод распада частиц (подпрограмма GSDK), новых материалов (подпрограмма GSMATE) и новых сред, заполняющих установку (подпрограммы GSTMED и GSMIXP), описания детекторов (подпрограммы GSDET и GSDETH), определения набора и характеристик частиц исходного события (подпрограмма GSKINE). В ка-

честве дополнительных возможностей при определении новых частиц реализованы средства розыгрыша массы одной из этих частиц (резонанса) из заданного пользователем распределения или из нормального распределения с заданной средней массой и шириной. При создании новых материалов реализована возможность определения усредненных параметров среды пропорциональных камер через размеры этих камер, параметры высоковольтных и сигнальных проволок и заполняющего эти камеры вещества. Для задания параметров частиц генерируемого события в ПК заложен ряд моделей, в том числе и модели JETSET-6.3 и RYTHIA-4.8, а набор исследуемых частиц может быть определен непосредственно или выбран различными способами из сгенерированного полного события.

Более сложным способом в разработанном ПК решена задача формализации описания геометрической модели экспериментальной установки. Для понимания предложенного подхода необходимо ввести некоторые определения и перечислить ограничения, при которых этот подход может быть применен.

3 База объемов модели эксперимента

Кроме простого задания параметров объемов, достаточного для использования подпрограммами GSVOLU и GSPOS при конструировании новых экспериментальных установок, очень важно иметь средства быстрой модификации конфигурации таких установок при изменении условий моделирования или на основе полученных при моделировании данных. Одновременно требуется сохранять все рассмотренные конфигурации моделей, т.к. на любом этапе моделирования может возникнуть необходимость вернуться к любой из них. Такая задача аналогична задаче разработки многовариантного программного обеспечения, успешно решаемой в рамках системы PATCHY, а также задаче ведения базы данных в соответствующей системе управления этой базой (СУБД). Распространение идей применения системы PATCHY и конструирования СУБД на рассматриваемую задачу позволило разработать и реализовать описываемую ниже схему формализованного описания геометрической модели экспериментальной установки в виде базы объемов модели эксперимента. Такой подход должен обеспечивать возможность включения требуемого объема в базу объемов, взаимосвязь объемов внутри этой

базы, а также дать средства логического описания геометрии экспериментальной установки из элементов базы. И если первая возможность формализуется так же просто, как и большинство описанных выше, то для формализации последних двух требуется введение новых характеристик.

Назовем типом параметра объема переменную, указывающую, задан ли данный параметр непосредственно (константой), определен ли он через параметр другого объема, известный к данному моменту, или он должен быть рассчитан пользователем. Введем также параметр, определяющий размещение копий заданного объема относительно осей координат "материнского" объема. Появление таких характеристик и реализация возможностей их формального определения средствами FFREAD обеспечивают возможность описания взаимосвязи объемов, составляющих часть или даже полную модель экспериментальной установки. Совокупность наборов взаимосвязанных объемов, описывающих различные конфигурации экспериментальной установки, образует базу объемов эксперимента, если она дополнена соответствующим аппаратом выбора требуемой модели установки из этой базы. В разработанном ПК предложен и реализован метод логического описания геометрии экспериментальной установки, основанный на следующих принципах и ограничениях:

- всякая модель установки состоит из так называемых базовых объемов, к которым могут быть отнесены мишени, магниты, другие конструкции сложной структуры, окруженные, если это необходимо, детекторами частиц различных типов;
- базовые объемы располагаются вдоль оси Z моделируемой установки, что вполне оправдано для экспериментов в выведенных пучках частиц; их положение друг относительно друга определяется расстоянием между ними или между их центрами, а положение первого базового объема - расстоянием до его левого края или до центра от начала координат объема, содержащего модель установки в целом (основного объема);
- порядок расположения объемов в установке определяется пользователем при ее логическом описании;

- подобъемы базовых объемов располагаются по умолчанию в центрах своих "материнских" объемов, т.е. начала их локальных систем координат совпадают; окружающие детекторы размещаются на заданных расстояниях от центра соответствующего базового объема и, при необходимости, внутри любых его подобъемов;
- объемы могут копироваться, а копии объемов – размещаться со смещением вдоль осей X, Y и Z; по умолчанию копии объемов располагаются симметрично относительно соответствующей оси координат "материнского" объема;
- в качестве языка описания требуемой конфигурации геометрической модели экспериментальной установки используется язык директив FFREAD.

Описанный выше подход к определению геометрии модели экспериментальной установки позволяет расширять базу объемов при появлении новых элементов конструкции или при их замене, сохраняя одновременно все предыдущие конструкции и элементы. Различные варианты логического описания уже исследованных конфигураций могут быть при этом сохранены в виде наборов ключей FFREAD в структуре пользовательских РАМ-файлов ПК. Тем самым обеспечивается накопление формализованного многовариантного легко модифицируемого геометрического описания эксперимента. Одновременно появляются возможности введения некоторого контроля за правильностью размещения объемов в модели установки. Так, в разработанном ПК реализовано автоматическое исключение из конструируемой модели установки объемов, исчезающих в связи с изменением размеров или расположения компонентов установки, контролируется попадание всех детекторов частиц в границы основного объема, автоматически вычисляется размер основного объема вдоль оси Z.

4 Структура прикладной программы на основе разработанного ПК

Конкретный вариант прикладной программы, реализуемый на основе разработанного ПК, расширяет стандартную схему приме-

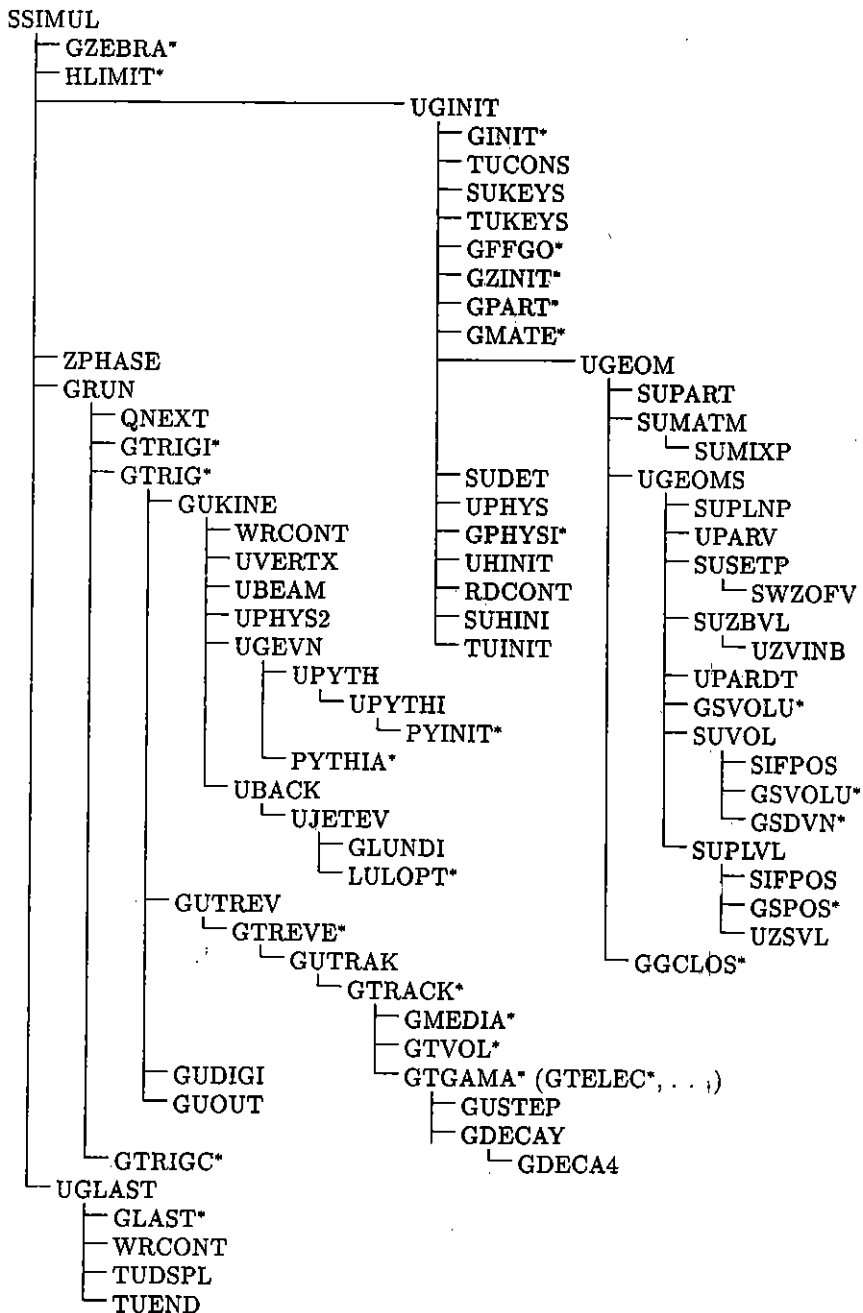


Рис 1. Диаграмма вызовов основных модулей и подпрограмм разработанного ПК

нения системы GEANT3 [1]. Структура организации такой программы, включающей в себя компоненты ПК, приведена в виде диаграммы вызовов основных ее подпрограмм на рис.1. Буква S в качестве первой буквы идентификатора указывает на принадлежность подпрограммы к элементам ПК, независимым от пользователя комплекса, буква T - на принадлежность к процедурам формирования графического метафайла. Неизменные подпрограммы системы GEANT3 и других использованных систем отмечены символом *. В соответствии с принятыми в GEANT3 соглашениями буква U в качестве первого или второго символа идентификатора означает заложенный пользовательский интерфейс, реализуемый при нехватке стандартных возможностей ПК для решения конкретной задачи.

Коротко о назначении основных модулей и подпрограмм разработанного ПК.

1. Подпрограммы инициализации:

- TUCONS - инициализация констант графического интерфейса;
- SUKEYS, TUKEYS - инициализация ключей FFREAD;
- TUINIT - инициализация графического метафайла.

2. Подпрограммы определения параметров первичной частицы и моделируемого события:

- SUINIT - розыгрыш параметров налетающей частицы и одной из частиц сгенерированного события, если это необходимо;
- UVERTX - определение координат вершины взаимодействия;
- UBEAM - подготовка параметров налетающей частицы для их дальнейшего использования при генерации события;
- UPHYS, UPHYS2 - вычисление дополнительных физических характеристик в системе центра масс рассматриваемого взаимодействия;
- UGEVN - генерация требуемого взаимодействия, в том числе с использованием модели PYTHIA-4.8 (UPYTH и ее подпрограммы), или чтение информации о таких событиях из внешнего файла;

- UBACK - генерация фоновых событий с использованием модели JETSET-6.3 или чтение их из внешнего файла.

3. Подпрограммы, формализующие функциональные возможности GEANT3:

- SUPART - определение новых частиц и мод распада частиц (в том числе с учетом возможного четырехчастичного распада);
- SUMATM - определение новых материалов и сред, заполняющих экспериментальную установку;
- SUMIXP - определение новых смесей и сплавов;
- UGEOMS - определение геометрии экспериментальной установки, в том числе и геометрии детекторов частиц; функции этого модуля будут подробно описаны ниже.

4. Другие подпрограммы ПК:

- GDECAY - модифицированная подпрограмма GEANT3 для розыгрыша четырехчастичного (GDECA4) распада частиц;
- TUDSPL - включение стандартных рисунков установки в графический метафайл;
- TUEND - завершение работы подпрограмм формирования графического метафайла;
- RDCONT - чтение последней внутренней контрольной точки программы и настройка на продолжение счета; для правильной работы программы первая контрольная точка должна быть создана с помощью специальной автономной процедуры перед первым сеансом счета;
- WRCONT - организация очередной внутренней контрольной точки в файле на магнитном диске;
- QNEXT - определение адреса начала обработки нового события для программы ZTELL системы ZEBRA.

5 Функции подпрограмм модуля UGEOMS

Описанная выше схема организации базы объемов эксперимента реализована в виде набора подпрограмм модуля UGEOMS, выполняющих следующие основные функции:

- SUFLNP - определение числа параметров каждого включенного в базу объема по его типу, задаваемому пользователем при описании элементов базы;
- UPARV - вычисление параметров, тип которых требует этого;
- SUSETP - вычисление Z-координат базовых объемов, их правых и левых границ и полного размера основного объема вдоль этой оси;
- SWZOFV - определение расстояния от центра заданного объема до его левой и правой границы;
- SUZBVL - вычисление координат объемов внутри "материнских", в том числе (UZVINB) для объемов, расположенных нестандартно;
- UPARDT - вычисление параметров детекторов частиц, если это необходимо;
- SUVOL - создание базы объемов эксперимента с контролем (SIFPOS) непротиворечивости заданных параметров типам объемов;
- SUPLVL - размещение объемов в соответствии с логическим описанием модели установки;
- UZSVL - определение нестандартных Z-координат объемов.

В этом же модуле средствами GEANT3 (подпрограмма GSVOLU) автоматически создается основной объем модели установки.

При описании базового объема могут быть определены параметры магнитного поля для его подобъемов и тип этого поля из реализованного в ПК перечня (однородное вдоль осей Y или Z, радиальное с изменением напряженности обратно пропорционально радиусу или квадрату радиуса, неоднородное, соленоидальное, заданное полиномиальным приближением или табличным способом).

6 Описание детекторов частиц и кинематических характеристик моделируемого события

Большое внимание при создании ПК уделено формализации описания детекторов элементарных частиц. Кроме описания их геометрических параметров, реализуемого средствами организации базы объемов модели эксперимента, формализовано описание среды, заполняющей пропорциональные камеры по заданным параметрам их сигнальных и высоковольтных проволок, а также описание характеристик, используемых для оцифровки детекторов в том случае, если это пропорциональные камеры или наборы сцинтилляционных счетчиков. Применяемые с этой целью ключи FFREAD совпадают по смыслу и названиям с соответствующими ключами программы статистического анализа информации экспериментов БИС-2 и ЭКСЧАРМ BISMXC [13], что обеспечивает простоту реализации интерфейса между этой и моделирующей программами и возможность проведения статистического анализа полученной модельной информации средствами BISMXC.

При описании кинематических характеристик рассматриваемого события формализован выбор ряда моделей розыгрыша импульса пучка и импульсов рожденных частиц. К числу таких моделей относятся модель с фиксированным полным импульсом P , с фиксированными P_L и P_T , с разыгранными P , P_L и P_T из заданных распределений или по заданным формулам. Кроме того, заложены возможности использования для генерации взаимодействий частиц моделей JETSET-6.3 (подпрограмма LULOPT) и PYTHIA-4.8, а также чтения сгенерированных более современными версиями этих систем (JETSET-7.2 и PYTHIA-5.3) событий из внешнего файла. В любом из рассмотренных случаев имеется возможность задать требуемые ограничения на полный, продольный и поперечный импульсы и фейнмановскую переменную X_F для сгенерированных частиц.

7 Организация программного материала

Программный материал разработанного ПК организован в виде

BIG-файла SSIM системы PATCHY, состоящего из шести следующих PAM-файлов различного назначения:

- SSIMI – информационный PAM-файл, содержащий петчи управляющего типа, обеспечивающие сборку различных версий прикладной программы. Базовый петч этого PAM-файла – *SSETUP – позволяет получить информационный вариант прикладной программы, доступный для изучения, а петч *SINFORM этого PAM-файла – описание памяти ПК и директив управления данными в разработанном ПК;
- SSIME – редактирующий PAM-файл комплекса, содержащий петчи, обеспечивающие включение в прикладную программу генераторов событий JETSET и PYTHIA, а также процедур организации и использования внутренних контрольных точек программы;
- SSIMMI – информационно-организационный PAM-файл, содержащий описание используемой в программах памяти и средств управления ею; при создании этого PAM-файла предложена и реализована новая схема организации такого рода материалов, которая будет описана ниже;
- SSIMM – организационный PAM-файл, содержащий модуль Block Data, подпрограммы инициализации, управляющие модули и подпрограммы, а также подпрограмму нормального окончания сеанса счета;
- SSIMF – функциональный PAM-файл с модулями и подпрограммами описанного ПК, непосредственно реализующими заложенные алгоритмы;
- SSIMU – функциональный PAM-файл вспомогательных подпрограмм, включающий программы QNEXT, RDCONT, WRCONT, подпрограммы формирования графического метафайла и универсальные процедуры общего назначения – вычисления координат точки пересечения заданной прямой с плоскостью, определения угла между двумя прямыми, определения пробега частицы до точки распада и др.;
- SSIMD – PAM-файл данных, содержащий петчи ключей FFREAD, включаемых явно или из PAM-файла SSIMMI.

Использование описанного BIG-файла подразумевает разработку пользователем собственного прикладного PAM-файла (или набора PAM-файлов), содержащего необходимые подпрограммы GEANT3 (GUSTER, GUOUT и т.п.) и ПК (UPARV, UPARDT и т.п.) для конкретных приложений, а также соответствующих файлов Stadle для сборки этих версий. Такой подход обеспечивает независимость работы пользователя от разработчика ПК, а также облегчает одновременную работу различных экспериментаторов с накопленным программным материалом.

8 Структура PAM-файла SSIMMI

Удобство и простота модификации разрабатываемых программ во многом зависят от правильной организации используемых в них данных. Систематизированное и наглядное представление данных при разработке позволяет, кроме того, существенно снизить процент допускаемых ошибок программирования. В разработанном ПК предложена новая, в значительной степени удовлетворяющая указанным выше требованиям схема организации в системе PATCHY программного материала описания и управления данными, представленными в общих (COMMON) блоках.

Каждый помеченный COMMON-блок, например COMMON/A/, описывается в предложенной схеме пятью последовательностями: SA, SAI, SAD, SAF и SAT. Последовательность SA содержит сам COMMON/A/, SAI – вызов +CDE, SA и описание каждой переменной этого блока в виде комментариев с указанием способа ее получения в программе и ключа FFREAD, если он предусмотрен, SAD – вызов +CDE, SA и оператор DATA языка FORTRAN с начальными значениями всех переменных COMMON/A/, SAF – набор операторов вызова подпрограммы FFKEY для определения всех предусмотренных ключей FFREAD блока COMMON/A/, SAT – перечень ключей FFREAD для описания информационного примера прикладной программы. Перечисленные последовательности располагаются в PAM-файле друг за другом, образуя единый организационный элемент, относящийся к данному COMMON-блоку. Несколько таких элементов, объединенных по смыслу, могут быть сгруппированы в колоды и петчи PAM-файла. Для выделенных групп последовательностей мо-

гут быть введены макроимена в соответствии с возможностями системы PATCHY.

Дальнейшее использование организованного таким образом материала предполагает: включение необходимых последовательностей типа SA в пользовательские программы и всех таких последовательностей – в подпрограмму SUKEYS ПК; включение всех последовательностей типа SAD в модуль BLOCK DATA ПК; включение всех последовательностей типа SAF в подпрограмму SUKEYS ПК; включение всех последовательностей типа SAT в выбираемый при сборке прикладной программы петч данных (+PATCH, DATAT, T=DATA). Все последовательности типа SAI включены в разработанном ПК в специальный петч SINFORM и составляют основу информационного обеспечения комплекса. Для удобства использования при разработке прикладных моделирующих программ новых пользовательских блоков описания данных, организованных в соответствии с предложенной схемой, в BLOCK DATA, подпрограмму SUKEYS и петч DATAT комплекса включены фиктивные последовательности SUSERD, SUSERF и SUSERT соответственно. При этом предполагается, что все новые COMMON-блоки будут объединены в последовательность с именем SUSERC.

Практическое использование предложенной схемы описания данных показало удобство ее применения как при разработке, так и при сопровождении программ при одновременном сокращении числа допускаемых ошибок. Последнее обеспечивается за счет компактного представления разнотипных элементов программы, объединенных смысловым содержанием.

9 Генерация прикладной программы на основе разработанного ПК

Сборка прикладной программы на основе разработанного ПК обеспечивается следующим файлом Cradle системы PATCHY:

+ASM,23.

+EXE.

+USE,*SSETUP.

<Директивы пользователя +USE, +EXE и +IMI >

```

+PAM,11,R= ,T=N. PAM-файл PUTHIA-4.8
+PAM,12,R= ,T=N. PAM-файл JETSET-5.3
+PAM,13,R=GCDES,T=N. PAM-файл GEANT -3.11(3.14)
+PAM,14,N=3. BIG-файл SSIM
<PAM-файлы пользователя>
+PAM,11,T=R,IF=*PYTH. PAM-файл PUTHIA-4.8
+PAM,12,T=R,IF=*JETSET. PAM-файл JETSET-5.3
+PAM,13.T=R. PAM-файл GEANT -3.11(3.14)
+PAM,14,N=3,4. BIG-файл SSIM
<Дополнительные петчи пользователя>
+QUIT.

```

Реализованные процедуры организации внутренних контрольных точек программы и организации графического метафайла со стандартными рисунками экспериментальной установки могут быть получены при добавлении в петч CRA* указанного файла директив выбора +USE,*BCONT и +USE,*TVSET соответственно. Выбор +USE,*JETSET и +USE,*PYTH позволяет использовать в прикладной программе модели взаимодействий, генерируемых системами JETSET-6.3 и PUTHIA-4.8. Для организации чтения информации об исследуемых событиях из внешнего файла ЭВМ необходимо имитировать наличие петча BEVNRD (+IMI,BEVNRD). Переход от использования GEANT 3.11 к GEANT 3.14 обеспечивается включением в петч CRA* директивы +IMI,G314.

В рамках предложенного файла Cradle могут быть реализованы любые дополнительные пользовательские функции.

10 Пример описания модели эксперимента в рамках ПК

На примере простой задачи, требующей моделирования, покажем возможности, предоставляемые разработанным ПК.

Пусть требуется получить распределение импульсов заряженных частиц от распада $\Xi_c^+ \rightarrow \Lambda^0 K^- \pi^+ \pi^+$; $\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-$ на детекторе частиц, расположенном на расстоянии 100 см по оси Z от центра цилиндрической углеродной мишени радиусом 3 см и толщиной 1 см. При этом на расстоянии 10 см от правого края мишени установлен дипольный

магнит, создающий однородное магнитное поле напряженностью 10 кГс в объеме 50x20x50 см, окруженном со всех сторон по осям X и Y метровым слоем стали. Размер детектора - 30x20x0,5 см.

Обозначим имя объема мишени через TARG, имя объема магнита - MAGN, имя объема, в котором создано магнитное поле - FIEL. Назовем основной объем именем SET. Отметим также, что в стандартном списке материалов GEANT3 имеется углерод (код - 6), сталь (код - 10) и воздух (код - 15), поэтому определения новых материалов не потребуются.

Описание необходимых для решения указанной задачи элементов приведено в приложении в виде файла данных для программы FFREAD. Использование этого файла в качестве исходного для разработанного ПК обеспечивает создание требуемой модели эксперимента. Пользователю остается лишь написать подпрограммы для накопления и отображения необходимой информации.

11 Заключение

Для расширения возможностей формализованного описания в системе GEANT3 элементов моделируемого физического эксперимента разработан и реализован соответствующий ПК, включаемый в стандартную прикладную программу указанной системы. Комплекс обеспечивает возможность описания средствами FFREAD новых частиц и новых мод распада частиц, новых материалов и сред, геометрии экспериментальной установки и информационных характеристик используемых детекторов частиц, кинематики пучка и моделируемого взаимодействия. В процессе формализации процедуры конструирования геометрической модели экспериментальной установки предложена схема организации базы геометрических объемов, позволяющая накапливать и сохранять различные варианты исследуемых конфигураций такой модели, и реализован аппарат логического построения конкретной конфигурации установки из элементов этой базы.

Разработанный ПК ориентирован на моделирование экспериментов в выведенных пучках элементарных частиц, дополнен сервисными процедурами автоматического продолжения счета после его прерывания и средствами для получения стандартных рисунков моделируемой установки и исследуемых физических взаимодействий.

В структуру комплекса введены элементы, обеспечивающие его транспортность и многовариантность. При организации программного материала предложена и использована новая наглядная и удобная схема построения в рамках системы RATCHU элементов описания и управления памятью прикладной программы.

Авторы выражают благодарность А.А.Локтионову и В.И.Скоробогатовой – за поддержку и помощь в работе, М.Н.Капишину, Д.А.Кириллову, Н.О.Порошину, Г.Т.Татишвили, С.Токару, Е.А.Чудакову – за полезные обсуждения и предложения по развитию ПК, А.Ф.Камбуряну – за ценные замечания и помощь при подготовке рукописи статьи.

Приложение

Пример описания модели эксперимента средствами разработанного ПК

- Частицы и моды их распада

NTPT 1=1 2=60	(Одна новая частица с кодом 60)
NAPT 1='XIC+\$'	(Имя этой частицы)
TYPT 1=4	(Тип прослеживания частицы для GEANT3)
PAPT 1=2.4668 1. 3.e-13	(Параметры частицы для GSPART)
NDCP 1=2 2=60 18	(Для 2-х частиц 60 и 18 будут введены требуемые моды распада)
MDPT 1=18120808 5*0	(Распад Ξ_c^+)
PDPT 1= 100. 5*0.	(Вероятность распада)
MDPT 7=1409 5*0	(Распад Λ^0)
PDPT 7= 100. 5*0.	(Вероятность распада)

- Материалы и среды

NTMD1=3 1 2 3	(Вводится 3 среды с номерами 1,2 и 3)
NAMD1='CARBON\$'	(Названия сред)
6='AIR+FIELD\$'	
11='IRON\$' 16='AIR\$'	
21='AIR IN DET.\$'	

ITMD 1=6 15 10 15 15 (Материалы для введенных сред)
 ISMD 1=0 0 0 0 1 (Чувствительность сред)
 PMDS 1=0. 0. 0. 0.1 0.1 1. (Параметры сред для GSTMED)
 8=10. 2. 30. 1. 1. 10.
 15=0. 0. 0. 0.1 0.1 0.2
 22=0. 0. 0. 0.1 0.1 1.0
 29=0. 0. 0. 0.1 0.1 0.2

• Объемы

NTVL 1=4 (В базу объемов заносится 4 объема)
 NAVL 1='SET ' 'TARG'
 3='MAGN' 'FIEL' (Имена объемов)
 TPVL 1='BOX ' 'TUBE' (Типы объемов)
 3='BOX ' 'BOX '
 MDVL 1= 4 1 3 2 (Среды, заполняющие объемы)
 NCVL 1= 1 1 1 1 (Число копий объемов)
 COVL 1= 4 1 2 9 (Цвета объемов на рисунках)
 TRPV 1=2*1 0 21=3*1 (Типы параметров объемов)
 41=-101 -102 1
 61=2*1 -303
 PAVL 1=125. 110. (Заданные параметры объемов)
 21=0. 3. 0.5
 43=25. 61=25. 10.
 NTVV 1=2 2=2 3 (2 базовых объема - 2 и 3)
 TPVV 1= 0 1 (1-й - без магнитного поля, 2-й - с одно-
 родным полем вдоль Y)
 BRVV 1= 2*0 10.0 0. (Напряженность поля)
 VINB 1= 1 3 (Количество объемов, связанных с базо-
 вым)
 NVIN 1=0 51=0 4 1001 (Номера этих объемов, где 0 - сам базо-
 вый объем, 1001 - детектор)

STUP 1=1 0.	(Номер объема SET и расстояние от центра SET до первого базового объема)
DZBV 1=10. -110.	(Расстояния вдоль Z между базовыми объемами и от центра последнего до конца установки)
NPLA 1=1	(Вводится 1 детектор 1001)
XSIP 1=15.	(Полуширина детектора)
YSIP 1=10.	(Полувысота детектора)
WSEN 1=0.25	(Полутолщина детектора)
ZPLA 1=100.	(Расстояние до детектора)
• Детекторы	
STHV 1=150	(Значение переменной NWHI подпрограммы GSDET)
STDV 1=100	(Значение переменной NWDI подпрограммы GSDET)
NAHT 1='PX' 'PY' 'PZ'	(Идентификаторы регистрируемых на детекторе элементов)
NBHT 1=3*32	(Количество бит в слове для упаковки регистрируемых элементов)
ORIG 1=3*1000.	(Параметр ORIG подпрограммы GSDETH)
FACT 1=3*1000.	(Параметр FACT подпрограммы GSDETH)
• Кинематика	
NTRK 1=1 2=60	(Прослеживается 1 частица - 60)
TYPM 1=2	(Зафиксированы P_L и P_T)
PLMO 1=10.	(Численное значение P_L)
PTMO 1=1.0	(Численное значение P_T)

Литература

- [1] Brun R. et al. CERN DD/EE/84-1, Geneva, 1987.
- [2] FFREAD user guide and reference manual. CERN DD/EE/78-2, Geneva, 1978.
- [3] PATCHY reference manual. CERN, Geneva, 1977.
- [4] Sjostrand T., Bengtsson M. Comp.Phys.Comm. 43(1987)367-379.
- [5] Sjostrand T. CERN TH.6488/92, Geneva, 1992.
- [6] Bengtsson H.U. and Sjostrand T. Comp.Phys.Comm. 46(1987)43-82.
- [7] Бонюшкина А.Ю. и др. ОИЯИ Б10-91-231, Дубна, 1991.
- [8] Brun R., Goosens M., Zoll J. ZEBRA reference manual. CERN, Geneva, 1985.
- [9] Локтионов А.А. и др. Препринт ИФВЭ АН КазССР 84-27, Алма-Ата, 1984.
- [10] Алеев А.Н. и др. ОИЯИ Д1-89-854, Дубна, 1989.
- [11] Алеев А.Н. и др. ОИЯИ Д1-89-614, Дубна, 1989.
- [12] Barr G.D. et al. CERN/SPSP/90-22/ P253(1990).
- [13] Зинченко А.И. и др. Препринт ИФВЭ АН Каз ССР 92-01, Алма-Ата, 1992.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 марта 1993 года.