

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

И.А. Серенкова

Главной задачей физики элементарных частиц является исследование мельчайших структурных элементов окружающего нас мира и фундаментальных сил, действующих между ними. Для того чтобы осуществить эту задачу, нужны такие энергии, которые существующие ускорители дать не могут, а строительство новых ускорителей весьма дорогостоящее и долговременное дело.

Студенты физического факультета не имеют возможности работать с реальными ускорителями и детекторами. Именно поэтому актуально использование компьютерных моделей. При этом не надо тратить больших средств на создание такого эксперимента. Для моделирования процессов взаимодействия элементарных частиц можно использовать различные программные продукты, но наиболее универсальным, по мой взгляд, является пакет GEANT4.

Он был создан благодаря сотрудничеству программистов в области физики и программного обеспечения из множества институтов и университетов, работающих в области физики высокой энергии в Европе, Японии, Канаде и Соединенных Штатах.

Сейчас достаточно одного персонального компьютера для моделирования процессов взаимодействия частиц. Применение компьютерных моделей позволяет оценить практически все условия эксперимента и дать ответ: как поставить эксперимент с минимальными затратами для получения нужного результата. Это возможно благодаря тому, что в компьютерной модели можно довольно легко заменять составляющие компоненты эксперимента и подобрать наиболее выгодную конфигурацию оборудования.

Geant4 – свободно распространяемый пакет программ, составленный из инструментальных средств, которые могут использоваться для моделирования прохождения частиц через вещество. Все аспекты процесса моделирования включены в пакет:

- геометрия системы,
- используемые материалы,
- фундаментальные частицы, представляющие интерес,
- поколение первичных событий,
- прохождение частиц через материалы и электромагнитные поля,
- процессы физики, управляющие взаимодействиями частиц,

- реакция чувствительных компонентов датчика,
- хранение событий и тресков,
- визуализация датчика и траекторий частицы,
- сбор данных и анализ данных для моделирования на различных уровнях детектора.

Существует 6 главных категорий частиц: лептоны, мезоны, барионы, бозоны, короткоживущие или резонансы, ионы. Количество частиц, предопределенных в Geant4 – больше 100.

Физические процессы описывают, как частицы взаимодействуют с материалами. Geant4 обеспечивает шесть главных категорий процессов: электромагнитный, адронный, трассировка, распад, оптический, параметризация.

В природе материалы (химические составы, смеси) состоят из элементов, и элементы состоят из изотопов. Поэтому, в Geant4 разработаны три основных класса. Каждый из этих классов имеет таблицу статических компонент данных, которые нужны для того, чтобы следить за образцами, созданными из соответствующих классов.

Пользователи могут создавать объектно-ориентированные приложения, используя инструментарий Geant4 от начального определения процесса и до получения конечных результатов и графиков для публикаций.

Для этого, инструментарий включает:

- 1) интерфейсы пользователя,
- 2) встроенные подпрограммы регулирования, и интерпретаторы команд, которые работают на каждом уровне моделирования.

В основе Geant4 – обильный набор моделей физики, чтобы можно было работать с взаимодействиями частиц в широком диапазоне энергий. Данные и методы были получены из различных источников во всем мире и в этом отношении, Geant4 действует как архив, который включает большую часть всего, что известно о частицах взаимодействия.

Пакет GEANT4 реализован на объектно-ориентированном языке программирования C++ и в него уже заложен метод Монте-Карло, который широко используется для разыгрывания случайных событий. В GEANT4 содержится информация о большом количестве элементарных частиц, описаны их основные свойства и характеристики, необходимые для адекватного моделирования процессов. В GEANT4 включены также свойства большинства материалов, используемых в качестве мишеней и детекторов в реальных процессах на ускорителях. В GEANT4 изначально запрограммированы основные физические процессы, сопровождающие взаимодействие эле-

ментарных частиц с веществом в условиях, когда через вещество проходит высокоэнергетическая элементарная частица.

Для успешного моделирования процессов взаимодействия необходимы хорошие знания физики элементарных частиц, методов ускорения и детектирования элементарных частиц, знание структуры пакета GEANT4 и языка программирования C++.