Генерация первичного излучения

ЛЕКЦИЯ 5

Содержание

- **G4VUserActionInitialization**
- События и генерация первичной частицы
- **G4VUserPrimaryGeneratorAction**
- G4ParticleGun
- Пример построения простейшего генератора первичных частиц
- Использование спектра при построении генератора первичных частиц

G4VUserActionInitialization

Данный абстрактный базовый класс используется для инициализации всех классов действий, одним из которых является класс, отвечающий за запуск первичных частиц - **G4VUserPrimaryGeneratorAction**.

Класс **G4VUserActionInitialization** содержит один чисто виртуальный метод **G4VUserActionInitialization::Build()**. Следовательно простейший класс, наследующий данный, будет выглядеть следующим образом:

```
10  class Action: public G4VUserActionInitialization{
11  public:
12      virtual void Build() const;
13
14  };
```

G4VUserActionInitialization::Build()

Метод **Build**() отвечает за инициализацию всех классов действий, и может быть реализован следующим образом:

```
19  void Action::Build() const {
20      SetUserAction(new PrimaryPat);
21  }
```

Примечание: В данном случае PrimaryPat – экземпляр потомка G4VUserPrimaryGeneratorAction

Инициализация экземпляров классов действий осуществляется за счет методов **G4VUserActionInitialization**::**SetUserAction**()

```
void SetUserAction(G4VUserPrimaryGeneratorAction*) const;
void SetUserAction(G4UserRunAction*) const;
void SetUserAction(G4UserEventAction*) const;
void SetUserAction(G4UserStackingAction*) const;
void SetUserAction(G4UserTrackingAction*) const;
void SetUserAction(G4UserSteppingAction*) const;
```

Чтобы связать классы действий с ядром необходимо передать указатель на экземпляр данного класса экземпляру G4RunManager

```
runManager->SetUserInitialization(new Action());
```

Событие и генерация первичной частицы

Событие – представляет собой единичный цикл от зарождения первичной частицы, до окончания отслеживания последней вторичной частицы.

Первичная частица, это та частица с которой начинается событие:

- Т.е. гамма, альфа-частица, электрон, позитрон и т.п.
- Первичная частица описывается её направлением, id и ,к примеру, поляризацией.

Первичная вершина включает в себя позицию и время. Одна или более первичных частиц могут быть связаны с одной первичной вершиной. Каждое событие может включать одну или более первичных вершин.

G4PrimaryVertex objects = {position, time}

G4PrimaryParticle objects = {PDG, momentum, polarization…}

G4VUserPrimaryGeneratorAction

G4VUserPrimaryGeneratorAction абстрактный базовый класс для управления генерацией первичных частиц. Сам по себе данный класс генерацию НЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ.

- Потомок данного класса должен содержать один или более экземпляр потомка абстрактного класса **G4VPrimaryGenerator**.
- В экземпляре данного класса устанавливаются и изменяются свойства частиц
- Данный класс содержит один чисто виртуальный метод **G4VUserPrimaryGeneratorAction**::**GeneratePrimaries**() который вызывается из G4RunManager в течении цикла событий.

Генерация первичного излучения осуществляется классом **G4VPrimaryGenerator**.

У данного класса существует несколько потомков, для упрощения процесса генерации частиц. Один из этих потомков **G4ParticleGun**

G4ParticleGun

G4ParticleGun – потомок класса **G4VPrimaryGenerator**. Он запускает частицы определенного типа в указанном направлении и с заданной кинетической энергией. Данный класс не содержит специальных методов для рандомизации свойств вылетающих частиц, но пользователь может вручную менять свойства на каждом старте события (*или сформировать алгоритм, по которому эти свойства будут меняться*).

Конструкторы данного класса выглядят следующим образом:

- Без определения типа первичных частиц

```
G4ParticleGun(G4int numberofparticles)          //в качестве аргумента указывается
                                                //количество первичных частиц на одно
                                                //событие
```

- С заранее указанным типом частиц

```
G4ParticleGun(G4ParticleDefinition * particleDef,   //указатель на тип первичных частиц
              G4int numberofparticles = 1)          //количество первичных частиц
```

Примечание: Если количество первичных частиц задано больше одного, то все они имеют одинаковые свойства

Пример простейшего генератора первичных частиц: Шаг 1

- Унаследуем класс **G4VUserPrimaryGeneratorAction**

```
11  class PrimaryPat: public G4VUserPrimaryGeneratorAction{
12  private:
13      G4ParticleGun* gun;
14  public:
15      PrimaryPat();
16      ~PrimaryPat();
17      virtual void GeneratePrimaries(G4Event* anEvent);
18  };
```

Пусть все частицы буду иметь одинаковые свойства, тогда имеет смысл задать их в конструкторе а в методе **GeneratePrimaries**() лишь передавать их событию

Пример простейшего генератора первичных частиц: Шаг 2

- Укажем свойства первичных частиц

```
10  PrimaryPat::PrimaryPat() {
11      gun = new G4ParticleGun(1);
12      gun->SetParticleDefinition(G4Gamma::GammaDefinition());
13      gun->SetParticleEnergy(0.661*MeV);
14      gun->SetParticlePosition(G4ThreeVector(0,0,-80));
15      gun->SetParticleMomentumDirection(G4ThreeVector(0,0,1));
16  }
```

В данном случае это гамма-кванты с энергией 661кэВ вылетающие из точки с координатами X = 0, Y = 0, Z = -80 в направлении оси Z

Пример простейшего генератора первичных частиц: Шаг 3

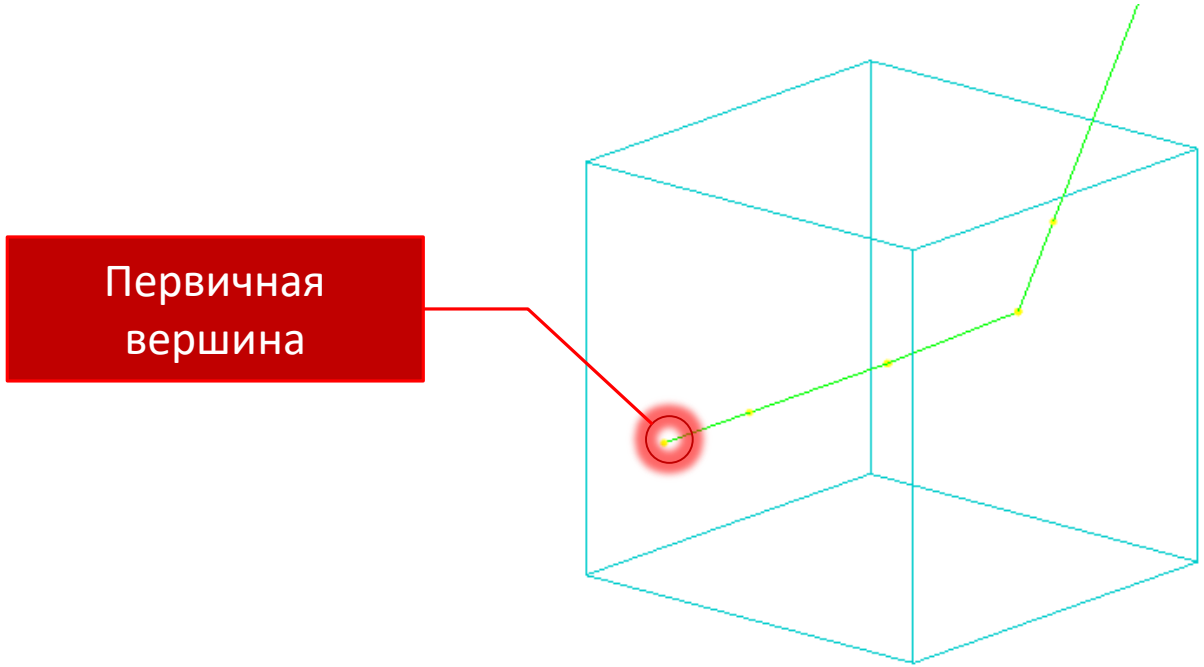
- В методе **GeneratePrimaries**() будем передавать свойства полученной первичной вершины на каждом цикле событий:

```
49  void PrimaryPat::GeneratePrimaries(G4Event* anEvent){
50      gun->GeneratePrimaryVertex(anEvent);
51  }
```

Пример простейшего генератора первичных частиц: Финал

Чтобы запустить первичные частицы в интерактивном режиме(*и не только*) следует ввести команду **: /run/beamOn** <**n**> , где <**n**> количество событий.

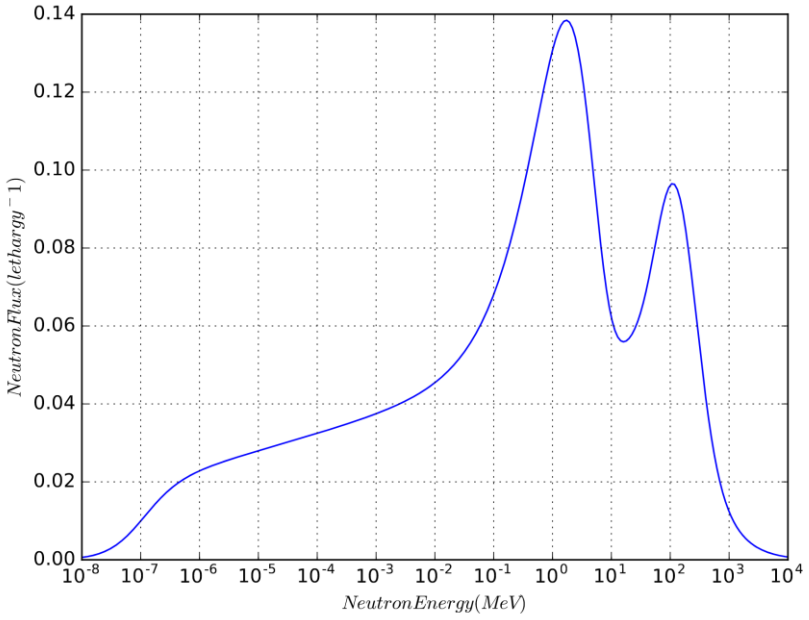
В данном примере геометрия была задана как: кубик с длинной грани 100 мм из материала BGO



Построение источников первичного излучения с энергией описанной спектром

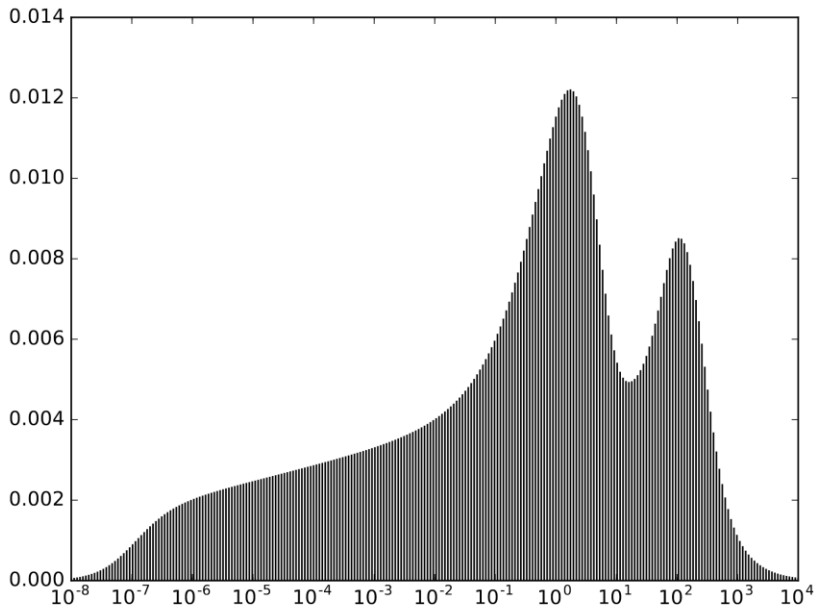
Достаточно часто возникает проблема по использованию для описания источника первичного излучения некого спектра. Данную задачу в Geant4 можно решить следующим образом:

- Спектр нейтронов задан некой эмпирической формулой и выглядит следующим образом

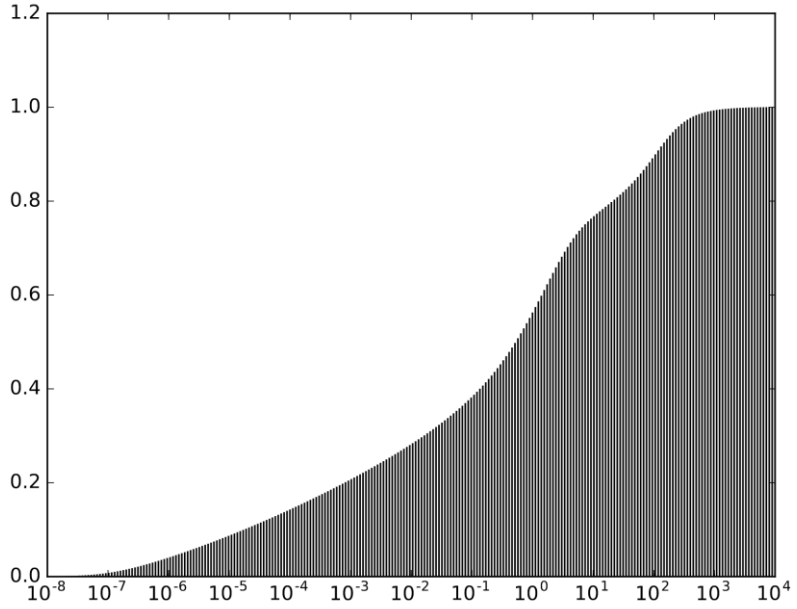


Построение источников первичного излучения с энергией описанной спектром

- Приведем его к дифференциальному виду
- Построим распределение случайной величины



E,MeV



E,MeV

Построение источников первичного излучения с энергией описанной спектром

Примечание: данные процедуры можно провести как на Си++, так и в сторонней программе. К материалу данной лекции не относится получение функции распределения случайной величины поэтому перейдем к этапу когда у нас уже есть некая карта (**std**::**map**) *в которой вероятность играет роль первого поля или ключа* (**first**) *а соответствующая энергия – значение* (**second**).

- Разыграем случайное значение от 0 до 1 через **G4UniformRand**()
- Получим указатель на соответствующий элемент через метод **std**::**map**::**lower_bound()** возвращающий итератор на первый элемент, чей ключ больше или равен передаваемому
- Соответствующее значение энергии передадим в **G4ParticleGun**

```
G4double rand = G4UniformRand();
std::map<G4double, G4double>::iterator it = ew->lower_bound(rand);
gun->SetParticleEnergy(it->second * MeV);
```

*Примечание: ew – это std::map<G4double,G4double>**