Цикл обработки событий: Шаги

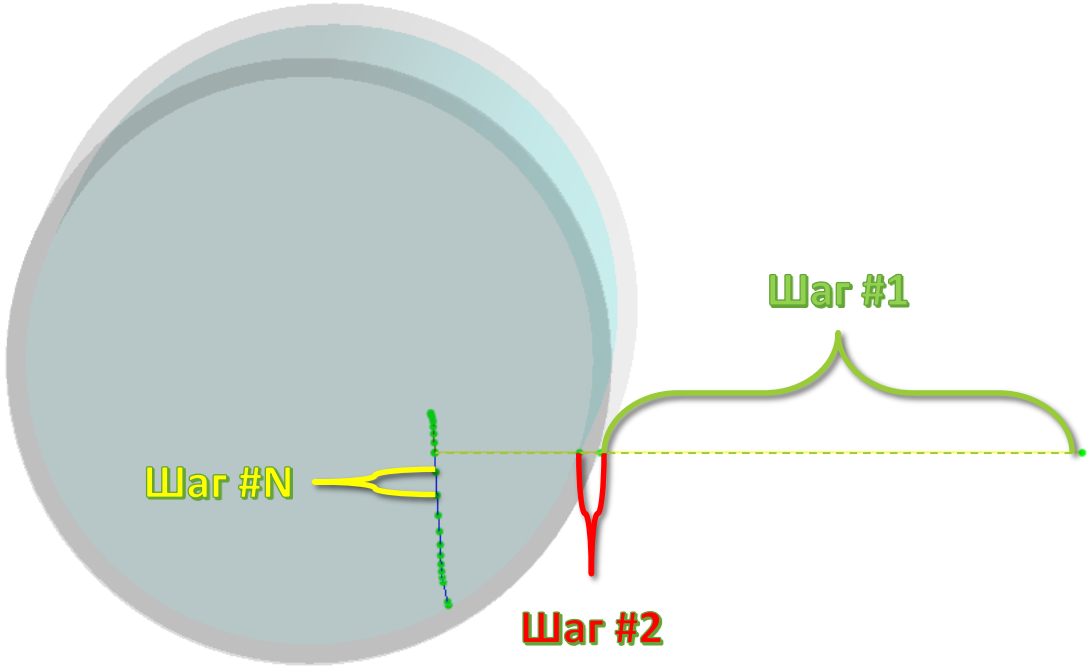
ЛЕКЦИЯ 9

Содержание

- Шаги и **G4UserSteppingAction**
- Пример построения цикла обработки событий

Шаг

- *Запуски состоят из событий*
- *События состоят из треков*
- *Треки состоят из шагов*



Шаг – это минимальный элемент цикла обработки событий.

G4UserSteppingAction

Является опциональным базовым классом, для класса пользовательских «действий» в **КОНЦЕ** каждого шага. Данный класс не осуществляет моделирование шагов.

В данном классе предоставлен виртуальный метод :

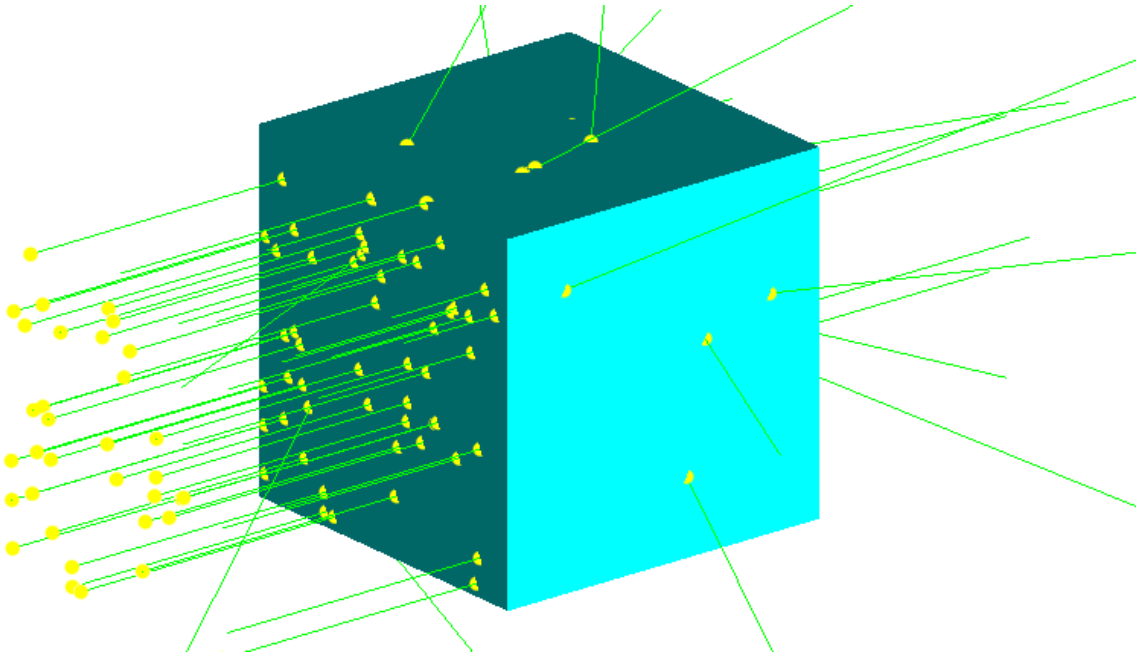
```
virtual void UserSteppingAction(const G4Step*)
```

Который и вызывается в конце каждого шага.

- Чтобы осуществить связь данного класса с классом обработки событий следует передать ему указатель на экземпляр класса обработки событий, к примеру:

```
14  class SteppingAction : public G4UserSteppingActior
15  {
16  public:
17      SteppingAction(EventAct*);
18
19      void UserSteppingAction(const G4Step*);
20  private:
21      EventAct*                   EvAct;
22  };
```

Построение цикла обработки событий: Условие



Дано:

- Куб из материала **BGO**.
- Перпендикулярно к любой из граней падает гамма излучение **4.439** МэВ
- Определить энерговыделение в кубе

Построение цикла обработки событий: Шаг 1.1

- Унаследуем все классы обработки событий и подключим их.

- Создадим шаблон класса действий для запусков унаследовав его от **G4UserRunAction**:

```
10  class RunAct: public G4UserRunAction{
11  public:
12      RunAct();
13      ~RunAct();
14      void BeginOfRunAction(const G4Run* aRun);
15      void EndOfRunAction(const G4Run* aRun);
16  };
```

Построение цикла обработки событий: Шаг 1.2

- Создадим шаблон класса действий для событий унаследовав его от **G4UserEventAction**. Установим обратную связь данного класса с экземпляром класса действий для запусков, созданного на предшествующем этапе. Для этого передадим указатель на класс действий для запусков в конструкторе и будем хранить его в **private** поле:

```
RunAct* run;
```

Таким образом шаблон класса действий для событий:

```
11  class RunAct;
12
13  class EventAct: public G4UserEventAction{
14  public:
15      EventAct(RunAct* runAct);
16      ~EventAct();
17      void BeginOfEventAction(const G4Event* anEvent);
18      void EndOfEventAction(const G4Event* anEvent);
19
20  private:
21      RunAct* run;
22  };
```

Построение цикла обработки событий: Шаг 1.3

- Создадим шаблон класса действий для шагов унаследовав его от **G4UserSteppingAction**. Установим обратную связь данного класса с экземпляром класса действий для событий, созданного на предшествующем этапе. Для этого передадим указатель на класс действий для событий в конструкторе и будем хранить его в **private** поле:

```
EventAct* event;
```

Таким образом шаблон класса действий для шагов:

```
11  class EventAct;
12
13  class StepAct: public G4UserSteppingAction{
14  public:
15      StepAct(EventAct* eventAct);
16      void UserSteppingAction(const G4Step*);
17
18  private:
19      EventAct* event;
20  };
```

Построение цикла обработки событий: Шаг 1.4

- Инициализируем все экземпляры созданных классов в методе **G4VUserActionInitialization**::**Build**(), передав куда нужно соответствующие указатели:

```
19  void Action::Build()const {
20      SetUserAction(new PrimaryPat);
21
22      RunAct* runAct = new RunAct;
23      SetUserAction(runAct);
24
25      EventAct* eventAct = new EventAct(runAct);
26      SetUserAction(eventAct);
27
28      SetUserAction(new StepAct(eventAct));
29
30  }
```

Построение цикла обработки событий: Шаг 2.1

Определим энерговыделение в кубе:

- Будем рассчитывать энерговыделение за один запуск, поэтому создадим в **RunAct** карту **std**::**map**<**G4double**,**G4int**> для хранения результатов

```
8  RunAct::RunAct() {
9      result = new std::map<G4double, G4int>;
10 }
```

и не забудем удалить её в деструкторе по завершению работы

```
16 RunAct::~RunAct() {
17     delete result;
18 }
```

Построение цикла обработки событий: Шаг 2.2

Карта рассчитана на один запуск, поэтому будем обнулять её и заного заполнять каждый раз при вызове метода **RunAct**::**BeginOfRunAction**():

```
16  void RunAct::BeginOfRunAction(const G4Run* aRun){
17      result->clear();
18      int nStep = 500;
19      G4double eMax = 5 * MeV;
20      for (int i = 0; i < nStep; i++)
21          result->insert(std::pair<G4double, G4int>(i * eMax / nStep, 0));
22  }
```

Примечание: в данном случае карта разделена на 500 ячеек до максимальной энергии в 5 МэВ

- И предоставим метод по добавлению значений в данную карту (из событий)

```
29  void RunAct::AddEvent(G4double energy){
30      auto it = result->lower_bound(energy);
31      it->second++;
32  }
```

Примечание: std::map::lower_bound возвращает указатель на первый элемент карты, чей ключ меньше передаваемого

Построение цикла обработки событий: Шаг 3

- Осуществим регистрацию энерговыделения в **StepAct**

Метод **StepAct**::**UserSteppingAction**() вызывается в конце каждого шага. Чтобы отсечь события энерговыделения которые прошли за пределами исследуемого объема определим материал места где произошла энергопотеря.

```
aStep->GetTrack()->GetVolume()->GetLogicalVolume()->GetMaterial()->GetName()
```

Примечание: из текущего шага определяем какому треку он принадлежит, для трека определяем в каком физическом объеме мы оказались, из физического получаем логический объем, для логического объема – материал, а для материала его имя.

Для шага будем определять энергопотерю на нем и передавать её в наше событие.

```
14  void StepAct::UserSteppingAction(const G4Step * aStep) {
15      if(aStep->GetTrack()->GetVolume()->GetLogicalVolume()->GetMaterial()->GetName()=="G4_BGO")
16          event->AddEnDep(aStep->GetTotalEnergyDeposit());
17  }
```

Построение цикла обработки событий: Шаг 4

- Создадим для класса **EventAct** переменную в которой мы будем суммировать энерговыделение со всех шагов в рамках одного события. В начале каждого события (т.е. в методе **EventAct**::**BeginOfEventAction**() мы будем обнулять значение этой переменной:

```
14  void EventAct::BeginOfEventAction(const G4Event *anEvent) {
15      EnergyDep = 0;
16  }
```

А в конце каждого события **EventAct**::**EndOfEventAction**() мы будем передавать это значение в карту в запуске для заполнения^

```
10  void EventAct::EndOfEventAction(const G4Event *anEvent) {
11      run->AddEvent(EnergyDep);
12  }
```

Изменять же это значение мы будем **ВО ВРЕМЯ** события из «нужных» шагов за счет дополнительного метода:

```
26  void EventAct::AddEnDep(G4double en){
27      EnergyDep+=en;
28  }
```

Построение цикла обработки событий: Итоги

- В **StepAct** мы определяем было ли энерговыделение на данном шаге и произошло ли данное событие в исследуемом объеме. Полученное значение передаем в **EventAct** через метод **EventAct::AddEnDep**()
- В **EventAct** мы создаем переменную для накопления полного энерговыделения за одно событие. В начале события мы обнуляем данную переменную. В конце события мы передаем её в **RunAct**.
- В **RunAct** мы создаем карту в которой мы в нужный канал по полученному полному энерговыделению с каждого события добавляем единицу, получая таким образом модельный наборный спектр.

Примечание: Как вариант данный спектр можно сохранить в отдельный файл в финале запуска

```
25  void RunAct::EndOfRunAction(const G4Run* aRun){
26      std::fstream fout("../res.txt",std::ios::out);
27      for (auto it: *result)
28          fout<<it.first<<" | " <<it.second <<'\n';
29      fout.close();
30  }
```

Приложение: StepAct.hh и StepAct.cc

StepAct.hh

```
11  class EventAct;
12
13  class StepAct: public G4UserSteppingAction{
14  public:
15      StepAct(EventAct* eventAct);
16      void UserSteppingAction(const G4Step*);
17
18  private:
19      EventAct* event;
20  };
```

StepAct.cc

```
10  StepAct::StepAct(EventAct *eventAct):event(eventAct) {
11
12  }
13
14  void StepAct::UserSteppingAction(const G4Step * aStep) {
15      if(aStep->GetTrack()->GetVolume()->GetLogicalVolume()->GetMaterial()->GetName()=="G4_BGO")
16          event->AddEnDep(aStep->GetTotalEnergyDeposit());
17  }
```

Приложение: EventAct.hh

```
11  class RunAct;
12
13  class EventAct: public G4UserEventAction {
14  public:
15      EventAct(RunAct *runAct);
16
17      void BeginOfEventAction(const G4Event *anEvent);
18
19      void EndOfEventAction(const G4Event *anEvent);
20
21      void AddEnDep(G4double en);
22
23  private:
24      RunAct *run;
25      G4double EnergyDep;
26  };
```

Приложение: EventAct.cc

```
10  EventAct::EventAct(RunAct *runAct):run(runAct) {
11
12  }
13
14  void EventAct::BeginOfEventAction(const G4Event *anEvent) {
15      EnergyDep = 0;
16  }
17
18  void EventAct::EndOfEventAction(const G4Event *anEvent) {
19      run->AddEvent(EnergyDep);
20  }
21
22  void EventAct::AddEnDep(G4double en) {
23      EnergyDep += en;
24  }
```

Приложение: RunAct.hh

```
10  class RunAct: public G4UserRunAction {
11  public:
12      RunAct();
13
14      ~RunAct();
15
16      void BeginOfRunAction(const G4Run *aRun);
17
18      void EndOfRunAction(const G4Run *aRun);
19
20      void AddEvent(G4double energy);
21
22  private:
23      std::map<G4double, G4int> *result;
24  };
```

Приложение: RunAct.cc часть 1

```
 9  RunAct::RunAct() {
10      result = new std::map<G4double, G4int>;
11  }
12
13  RunAct::~RunAct() {
14      delete result;
15  }
16
17  void RunAct::BeginOfRunAction(const G4Run* aRun) {
18      result->clear();
19      int nStep = 500;
20      G4double eMax = 5 * MeV;
21      for (int i = 0; i < nStep; i++)
22          result->insert(std::pair<G4double, G4int>(i * eMax / nStep, 0));
23  }
24
```

Приложение: RunAct.cc часть 2

```
25  void RunAct::EndOfRunAction(const G4Run* aRun) {
26      std::fstream fout("../res.txt", std::ios::out);
27      for (auto it: *result)
28          fout << it.first << " | " << it.second << '\n';
29      fout.close();
30  }
31
32  void RunAct::AddEvent(G4double energy) {
33      auto it = result->lower_bound(energy);
34      it->second++;
35  }
```

Приложение: Action::Build()

```
19  void Action::Build()const {
20      SetUserAction(new PrimaryPat);
21
22      RunAct* runAct = new RunAct;
23      SetUserAction(runAct);
24
25      EventAct* eventAct = new EventAct(runAct);
26      SetUserAction(eventAct);
27
28      SetUserAction(new StepAct(eventAct));
29
30  }
```