



Основы геометрии

ЛЕКЦИЯ 2



Содержание

- ☐ Связь геометрии и ядра Geant4
- ☐ **G4VUserDetectorConstruction**
- ☐ Структура геометрического объема
- ☐ Формы
- ☐ Логические объемы и их методы
- ☐ Физические объемы и иерархия
- ☐ Реализация простейшей геометрии

G4RunManager

Связь с ядром Geant4 осуществляет объекта класса управления G4RunManager (или G4MTRunManger).

```
11  #ifdef G4MULTITHREADED
12      runManager = new G4MTRunManager;    //многопоточный режим
13  #else
14      runManager = new G4RunManager;      //однопоточный режим
15  #endif
```

Данный класс содержит метод **G4RunManger::SetUserInitialization()**, который позволяет инициализировать и связывать с ядром разные части процесса моделирования (*геометрия, описание физических процессов или классы действий*) .

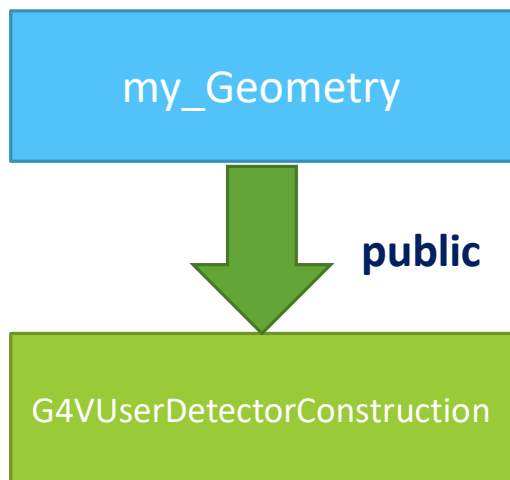
runManager->SetUserInitialization(new Geometry()); (где *Geometry* - пользовательская геометрия)

Кроме того данный класс обладает группой статических методов, позволяющих из любой части проекта получить указатель на любой из объектов моделирования.

```
Geometry* my_geometry = static_cast<Geometry*>(
    G4RunManager::GetRunManager() ->GetUserDetectorConstruction());
```

G4VUserDetectorConstruction

Это базовый абстрактный класс для любой пользовательской геометрии. Реализация потомка данного класса является обязательным этапом в каждом проекте моделирования.



Данный класс обладает единственным чисто виртуальным методом **Construct()**.

```
virtual G4VPhysicalVolume* Construct() = 0;
```

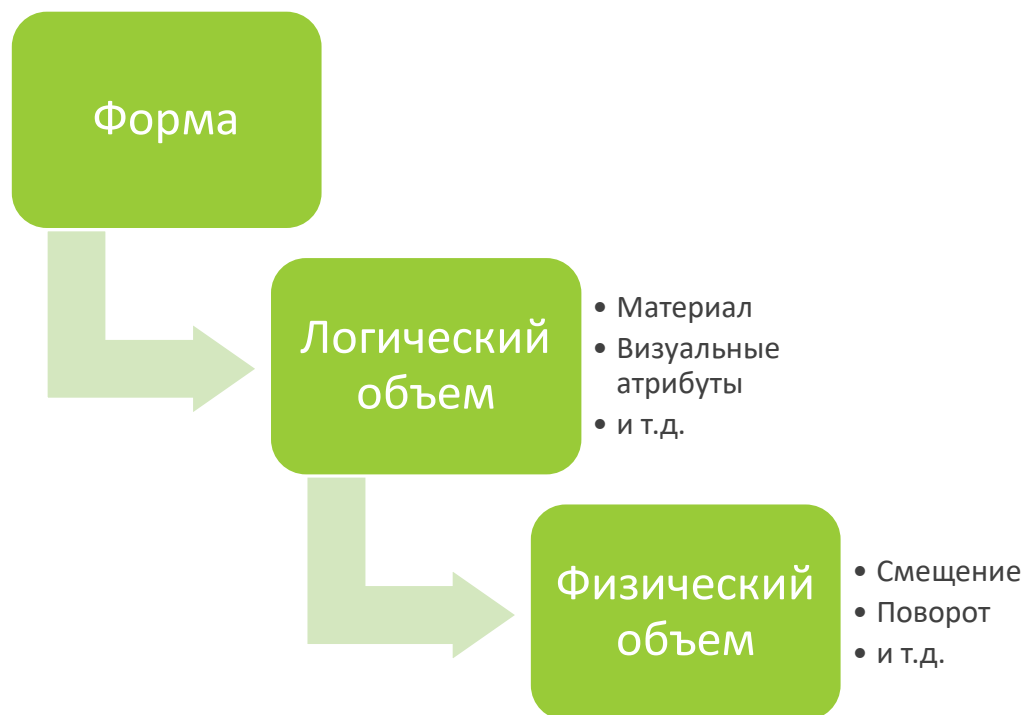
Данный метод вызывается объектом класса **G4RunManager** во время инициализации

(т.е. во время вызова метода **G4RunManager::Initialize()**)

Структура геометрического объекта

Метод **Construct()** возвращает указатель на **G4VPhysicalVolume** – физический объем.

Любой геометрический объем в Geant4 строится по следующему принципу:



1. Создается **форма** геометрического объекта: (куб, сфера и т.п.)

2. Создается **логический объем**. Используется ранее созданная форма, которой присваиваются различные свойства: материал, цвет и т.п.

3. Создается **физический объем**. Используется ранее созданный физический объем, и указывается как он должен быть расположен в пространстве/другом объеме.

Формы

Создание любого геометрического объекта в Geant4 начинается с **формы**.

В Geant4 существует целый набор примитивных форм, являющихся потомками абстрактного класса **G4CSGSolid** (*Constructive Solid Geometry*)

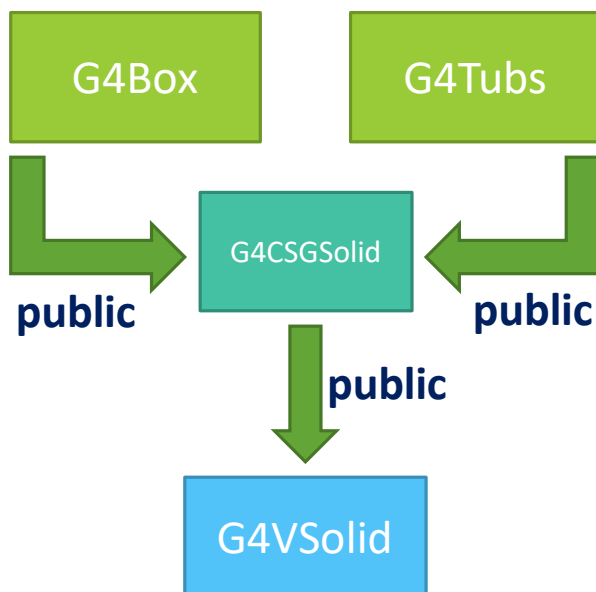
Внимание: Вся память под формы должна выделяться с использованием **new**, после чего формы регистрируются в **G4SolidStore**, в одну из задач которого входит освобождение памяти по завершении работы.

Кроме того для всех форм предусмотрены методы на расчет занимаемого геометрического объема:

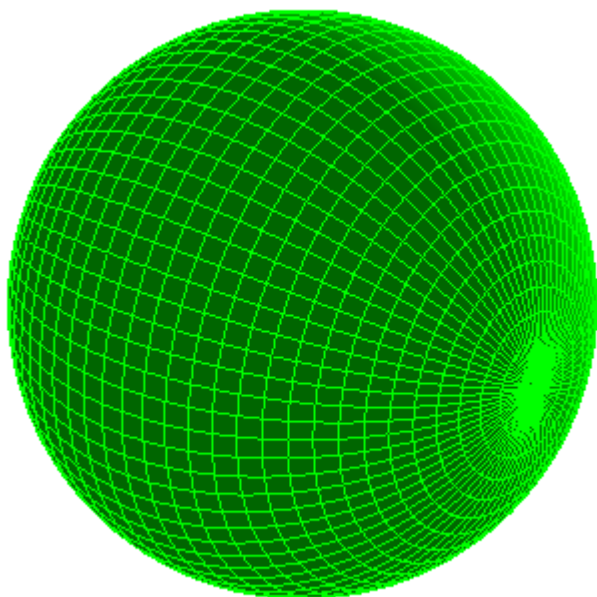
```
G4cout << "Volume = " << box->GetCubicVolume() << '\n';
```

и площади поверхности:

```
G4cout << "Surface area = " << box->GetSurfaceArea() << '\n';
```



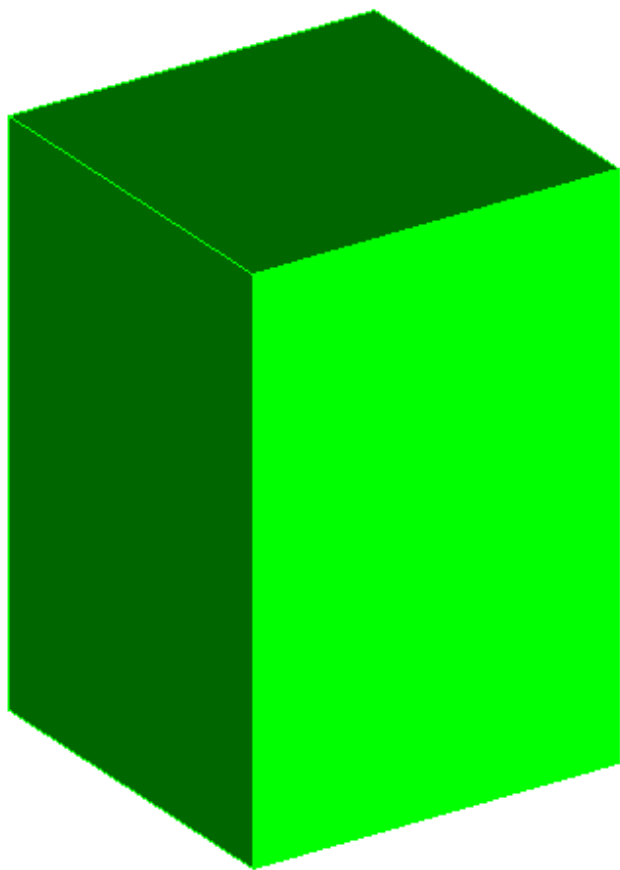
Простейшие CSG формы



G4Orb

```
G4Orb(const G4String &pName, //имя формы  
      G4double pRmax)        //максимальный радиус
```

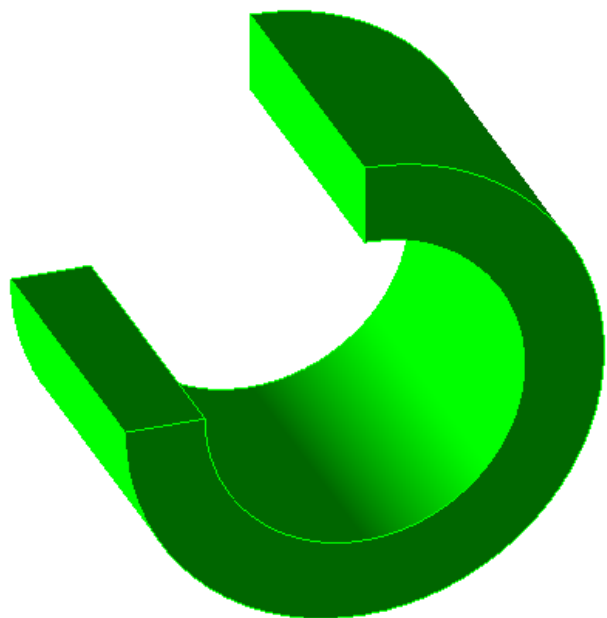
Простейшие CSG формы



G4Box

```
G4Box(const G4String& pName, //имя формы
      G4double pX,           //половина длины по X
      G4double pY,           //половина длины по Y
      G4double pZ)           //половина длины по Z
```


Простейшие CSG формы



G4Tubs

```
G4Tubs( const    G4String& pName,           //имя формы
        G4double pRMin,      //внутренний радиус
        G4double pRMax,      //внешний радиус
        G4double pDz,         //половина длины по Z
        G4double pSPhi,       //стартовый угол от которого начинается трубка
        G4double pDPhi )      //финальный угол на до которого откладывается трубка
```



Другие формы

Полный список доступных форм представлен в [Приложении D](#)

Логические объемы

Логический объем (или экземпляр класса **G4LogicalVolume**) представляет собой форму со (к примеру физическими или визуальными) свойствами.

```
G4LogicalVolume(G4VSolid*           pSolid,           //указатель на форму
                G4Material*          pMaterial,         //указатель на материал
                const G4String&       name,              //имя логического объема
                G4FieldManager*       pFieldMgr=0,       //указатель на поле (магнитное, электрическое и т.п.)
                G4VSensitiveDetector* pSDetector=0,      //указатель на детектор
                G4UserLimits*         pULimits=0,        //указатель на пользовательские ограничения
                G4bool                optimise=true)      //по умолчанию - оптимизировать
```

- ☐ Указатели на материала и форму не могут быть нулевыми
- ☐ Поле, детектор и пользовательские ограничения – опциональны
- ☐ Для каждого элемента доступны методы типа Set/Get на изменение и получение значений
- ☐ Данный класс не может быть использован в качестве базового при наследовании

Физические объемы и иерархия объемов

Физический объем – это логический объем с позиционными характеристиками относительно:

- начала координат. Такой объем называется «мировым» Примечание: в данном случае $pMotherLogical = 0$;
- другого логического объема, к которому он принадлежит



Наиболее часто используемый способ размещения единичного логического объема:

```
G4PVPlacement(G4RotationMatrix*    pRot,           //матрица поворота
               const G4ThreeVector &tlate,         //вектор смещения
               G4LogicalVolume*      pCurrentLogical, //используемый логический объем
               const G4String&       pName,          //имя физического объема
               G4LogicalVolume*      pMotherLogical, //материнский логический объем
               G4bool                pMany,          //не используется в Geant4
               G4int                 pCopyNo,        //номер физического объема, т.е.
                                                    //(сколько раз использовался
                                                    //данный логический объем)
               G4bool                pSurfChk=false) //проверка на пересечение
```



Иерархия объемов: методы G4LogicalVolume

Определить количество дочерних объемов из логического можно с помощью:

```
inline G4int GetNoDaughters() const;
```

Получить указатель на дочерний объем с номером **i** (нумерация начинается от 0)

```
inline G4VPhysicalVolume* GetDaughter(const G4int i) const;
```

Определить **ОБЩЕЕ** количество объемов в иерархии (включая дочерние у дочерних и т.д.)

```
G4int TotalVolumeEntities() const;
```

Расчёт массы для логического объема

```
G4double GetMass(G4bool forced=false, G4bool propagate=true,  
                 G4Material* parMaterial=0);
```

Метод **GetMass()** возвращает массу дерева логических объемов исходя из свойств материалов. Учитывает как основной объем, так и все вложенные дочерние (по умолчанию). Если значение параметра *propagate* = **false**, то учитывается только материнский объем.

*Примечание: Данный метод является крайне ресурсоемким, поэтому при его повторном вызове значение берется из кэша. Однако если параметры геометрии изменились, то данное значение следует пересчитать, для чего можно вызвать метод **ResetMass()***

Реализация простейшей геометрии:

Шаг 1

□ Унаследуем класс **G4VUserDetectorConstruction**

```
15 class Geometry: public G4VUserDetectorConstruction {  
16     public:  
17         virtual G4VPhysicalVolume *Construct();  
18     };
```

Примечание: нам не понадобится какой-либо особый конструктор или деструктор, так что их реализовывать не будем



Реализация простейшей геометрии:

Шаг 2

Реализуем метод **Construct()**. Первое что нужно сделать – это задать материнский мир, для этого:

- ❑ Зададим размер и форму мира:

```
G4double size = 50 * m;  
G4Box *world = new G4Box("world", size / 2., size / 2., size / 2.);
```

Зададим логический объем: нам нужно указать форму (*уже есть*) и материал.

- ❑ Т.к. тема «материалы» пока не изучена, то просто воспользуемся материалом «воздух» из базы NIST следующим образом:

```
G4NistManager *nist = G4NistManager::Instance();  
G4Material *world_mat = nist->FindOrBuildMaterial("G4_AIR");
```

- ❑ И зададим логический объем используя форму и материал:

```
G4LogicalVolume *world_log = new G4LogicalVolume(world, world_mat, "world_log");
```


Реализация простейшей геометрии:

Шаг 2

□ Т.к. метод **Construct()** должен вернуть указатель на **G4VPhysicalVolume** реализуем физический объем следующим образом:

```
return new G4PVPlacement(0, G4ThreeVector(), world_log, "world_PVP", 0, false, 0);
```

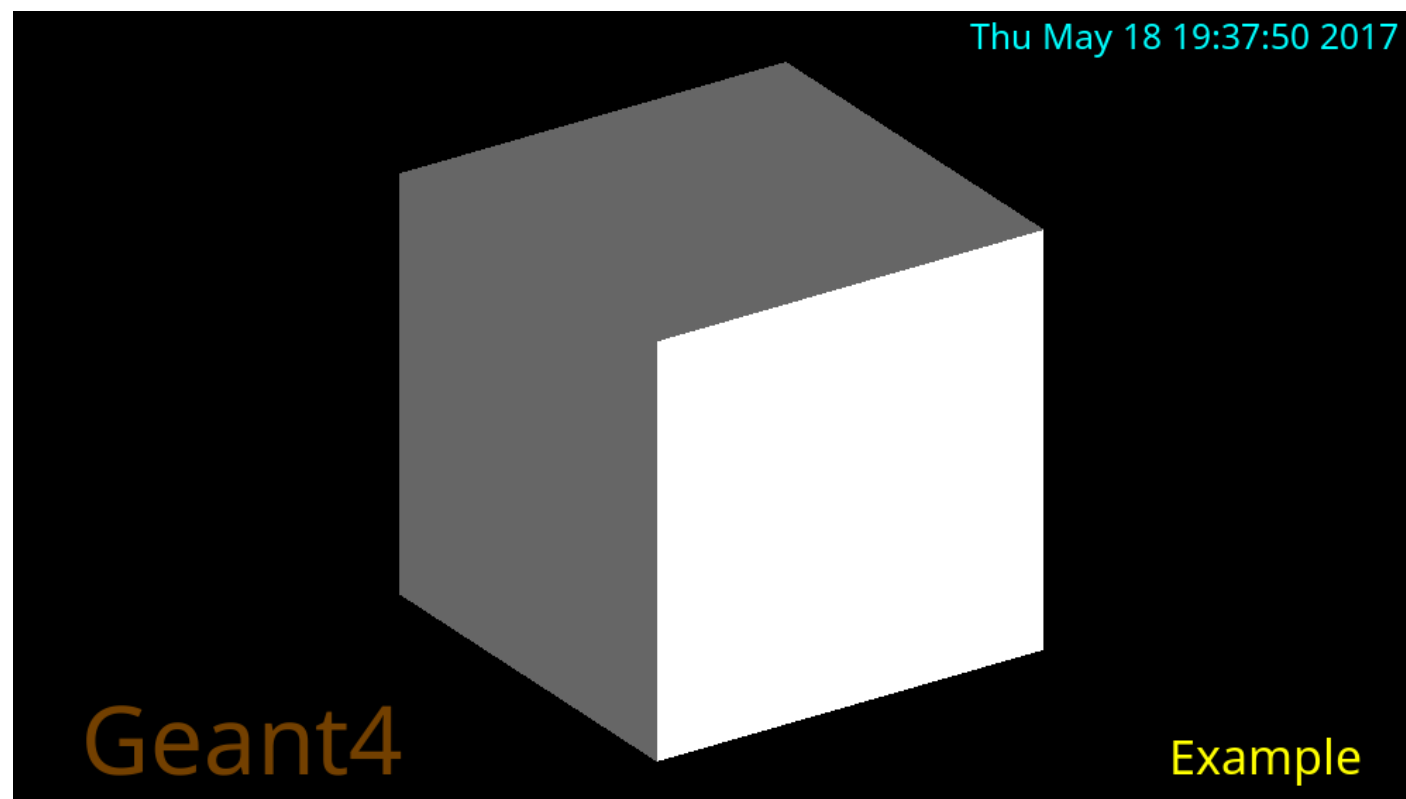
где выделенный 0 означает что это «материнский мир»

□ Таким образом мы получим:

```
10 G4VPhysicalVolume* Geometry::Construct() {
11
12     G4double size = 50 * m;
13     G4Box *world = new G4Box("world", size / 2., size / 2., size / 2.);
14
15     G4NistManager *nist = G4NistManager::Instance();
16     G4Material *world_mat = nist->FindOrBuildMaterial("G4_AIR");
17     G4LogicalVolume *world_log = new G4LogicalVolume(world, world_mat, "world_log");
18
19     return new G4PVPlacement(0, G4ThreeVector(), world_log, "world_PVP", 0, false, 0);
20 }
```

Реализация простейшей геометрии: Шаг 2 - результат

□ Запустив, мы увидим кубик – «наш мир»:



Реализация простейшей геометрии:

Шаг 3

Добавим в наш мир объект – шар.

❑ Зададим форму:

```
G4Orb *orb = new G4Orb("my_orb", 20. * mm);
```

❑ Логический объем (воспользуемся ранее созданным материалом для мира):

```
G4LogicalVolume *orb_log = new G4LogicalVolume(orb, world_mat, "my_orb_log");
```

❑ Физический объем, разместив его в логическом мире:

```
new G4PVPlacement(0, G4ThreeVector(), orb_log, "my_orb_PVP", world_log, false, 0);
```

Дочерний
лог. объем

Материнский
лог. объем

Примечание: нам не нужна специальная переменная для хранения указателя на физический объем, т.к. в конструкторе уже сообщается к кому его надо привязать и куда передать.

Реализация простейшей геометрии: Шаг 3

□ В результате получилось:

```
12 G4VPhysicalVolume* Geometry::Construct() {  
13  
14     G4double size = 50 * m;  
15     G4Box *world = new G4Box("world", size / 2., size / 2., size / 2.);  
16  
17     G4NistManager *nist = G4NistManager::Instance();  
18     G4Material *world_mat = nist->FindOrBuildMaterial("G4_AIR");  
19     G4LogicalVolume *world_log = new G4LogicalVolume(world, world_mat, "world_log");  
20  
21     G4Orb *orb = new G4Orb("my_orb", 20. * mm);  
22     G4LogicalVolume *orb_log = new G4LogicalVolume(orb, world_mat, "my_orb_log");  
23     new G4PVPlacement(0, G4ThreeVector(), orb_log, "my_orb_PVP", world_log, false, 0);  
24  
25     return new G4PVPlacement(0, G4ThreeVector(), world_log, "world_PVP", 0, false, 0);  
26 }
```

Однако, при выводе на экран мы получим кубик, т.к. шар находится внутри куба.

Реализация простейшей геометрии:

Шаг 4

□ Установим визуальное свойство для материнского мира – «**невидимый**»:

```
world_log->SetVisAttributes(G4VisAttributes::Invisible);
```

В результате получим:

```
12 G4VPhysicalVolume* Geometry::Construct() {
13
14     G4double size = 50 * m;
15     G4Box *world = new G4Box("world", size / 2., size / 2., size / 2.);
16
17     G4NistManager *nist = G4NistManager::Instance();
18     G4Material *world_mat = nist->FindOrBuildMaterial("G4_AIR");
19     G4LogicalVolume *world_log = new G4LogicalVolume(world, world_mat, "world_log");
20     world_log->SetVisAttributes(G4VisAttributes::Invisible);
21
22     G4Orb *orb = new G4Orb("my_orb", 20. * mm);
23     G4LogicalVolume *orb_log = new G4LogicalVolume(orb, world_mat, "my_orb_log");
24     new G4PVPlacement(0, G4ThreeVector(), orb_log, "my_orb_PVP", world_log, false, 0);
25
26     return new G4PVPlacement(0, G4ThreeVector(), world_log, "world_PVP", 0, false, 0);
27 }
```

Реализация простейшей геометрии: Шаг 4 - финал

