Умные указатели

ЛЕКЦИЯ №8

Core Guideline

R.20: Use unique_ptr or shared_ptr to represent ownership

https://isocpp.github.io/CppCoreGuidelines/CppCoreGuidelines

RAW POINTERS

```
int main()
{
    int a;
    a = 10; // Не знаем адрес, да и ладно

    int *ptr = &a;
    *ptr += 5; // Зачем-то знаем адрес, но не используем

    int *ptr2 = &a;
    *(ptr + 42) += 5; // Знаем адрес, но используем как-то неправильно

    int &ref = a;
    ref += 3; // Не знаем адрес, но ссылаемся
    return 1;
}
```

Сырые указатели

```
int main()
{
    {
        int *ptr = new int{42};
    } // выход за scope – утечка
    {
        int value = 0;
        int *ptr = new int{50};
        // опять потеряли адрес – утечка
        ptr = &value;
    }
    {
        int *ptr = new int{79};
        // Утечка, если функция бросит исключение
        someFunctionHere();
        delete ptr;
    }
}
```

RAW POINTERS

- нет контроля создания / удаления
- может указывать в неизвестность, nullptr
- может указывать в известность, но чужую

RAW POINTERS проблемы

- не инициализации указателя
- не удаление указателя
- копирование указателей
- повторное удаление

Область видимости

```
auto x = 42;

auto foo() {
    auto x = 10;
    return x;
}

int main() {
    auto value = foo();
    return 1;
}
```

Область видимости

```
auto x = 42;

auto foo() {
    auto x = 10;
    return x;
}

int main() {
    int x = 37;
    auto value = foo();
    return 1;
}
```

Область видимости

```
auto x = 42;

auto foo() {
    return x;
}

template<class T> auto bar(T y) {
    return x + y;
}

int main() {
    auto value = foo();
    auto value2 = bar(10);
    return 1;
}
```

Время жизни

- статическое (static) – глобальные переменные и static
- потоковое – thread_local
- автоматическое – scope (на стэке)
- динамическое – new / delete, malloc / free

RAII

Resource Acquisition Is Initialization

Получение ресурса есть инициализация (RAII) — программная идиома объектно-ориентированного программирования, смысл которой заключается в том, что с помощью тех или иных программных механизмов получение некоторого ресурса неразрывно совмещается с инициализацией, а освобождение — с уничтожением объекта.

Типичным (хотя и не единственным) способом реализации является организация получения доступа к ресурсу в **конструкторе**, а освобождения — в **деструкторе** соответствующего класса.

Поскольку деструктор автоматической переменной вызывается при выходе её из области видимости, то ресурс гарантированно освобождается при уничтожении переменной. Это справедливо и в ситуациях, в которых возникают **исключения**.

Идея

```
{
      МойОбъект объект;
      // вызывается конструктор
      // выделяется память в куче

      …
 }
      // Вызывается деструктор
      // Освобождается память в куче
```

Не сильно умный указатель

custom_unique.cpp

```
template<class T> struct smart_ptr {
    smart_ptr(T* ptr) : m_ptr{ptr} {
    }

    ~smart_ptr() {
        delete m_ptr;
    }

    T* get() {
        return m_ptr;
    }

    private:
        T* m_ptr;
};
```

Чуть умнее указатель
custom_unique_2.cpp

```
auto main() -> int {
    smart_ptr<SomeClass> ptr1;

    std::cout << "start" << std::endl;
    {
        smart_ptr<SomeClass> ptr2{new SomeClass()};
        ptr1 = ptr2; //дублируем
        ptr2 = smart_ptr<SomeClass>{new SomeClass()}; // затираем
    }
    std::cout << "end" << std::endl;
    return 0;
}
```

std::unique_ptr
#include<memory.h>

UNIQUE_PTR.CPP

```
std::unique_ptr<int> ptr{new int{10}};



assert(ptr);
assert(*ptr == 10);
assert(*ptr.get() == 10);
std::cout << "sizeof(ptr) = " << sizeof(ptr) << std::endl;
```

Перемещаем unique_ptr

unique_copy.cpp

Единственные доступные операторы перемещения и копирования:

```
unique_ptr& operator= (unique_ptr&& x) noexcept;

unique_ptr& operator= (nullptr_t) noexcept
```

Для явного перемещения содержимого можно использовать std::move

std::move

```
template< class T >
typename std::remove_reference<T>::type&& move( T&& t );
```

Возвращает объект LValue с помощью шаблона структуры std::remove_reference, которая помогает получить тип без ссылок:

```
template< class T > struct remove_reference      {typedef T type;};
template< class T > struct remove_reference<T&>  {typedef T type;};
template< class T > struct remove_reference<T&&> {typedef T type;};
```

std::unique_ptr

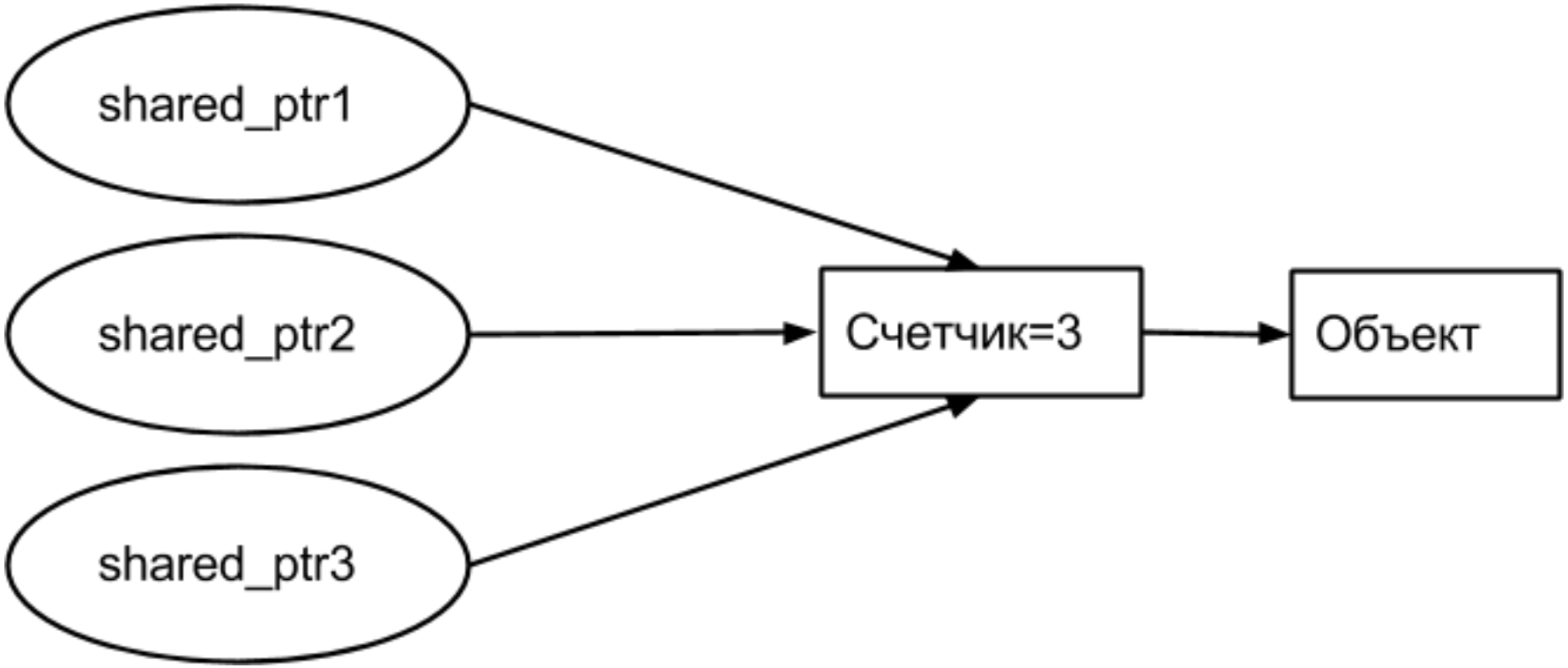
```
#include<memory.h>
```

- нераздельное владение объектом
- нельзя копировать (только перемещение)
- размер зависит от пользовательского deleter-а
- без особой логики удаления издержки чаще отсутствуют
- std::make_unique – только в качестве «синтаксического сахара»

Разделяемый указатель
custom_shared.cpp

```
template<class T> struct smart_ptr {
   smart_ptr(T* ptr) : m_counter{new std::size_t{1}}, m_ptr{ptr} {
   }
   smart_ptr(const smart_ptr& other)
   : m_counter{ other.m_counter }, m_ptr{ other.m_ptr } {
   ++*m_counter;
   }
   ~smart_ptr() {
   if (--*m_counter == 0) {
     delete(m_ptr);
     delete(m_counter);
     }
   }
private:
   T* m_ptr;
   std::size_t* m_counter;
};
```

Простой подсчет ссылок на объекты (то есть, копий shared_ptr)



Шаблон std::shared_ptr<T>

```
// #include<memory>
```

1. Предоставляет возможности по обеспечению автоматического удаления объекта, за счет подсчета ссылок указатели на объект;
2. Хранит ссылку на один объект;
3. При создании std::shared_ptr<T> счетчик ссылок на объект увеличивается;
4. При удалении std::shared_ptr<T> счетчик ссылок на объект уменьшается;
5. При достижении счетчиком значения 0 – объект автоматически удаляется;

std::shared_ptr
shared_ptr.cpp

1. можно копировать с разделением владения
2. но дешевле перемещать
3. всегда внутри два указателя
4. std::make_shared – выделяет память сразу под объект и счетчик за один раз!
5. потокобезопасный (и хорошо, и плохо)
6. можно создать из unique_ptr

Двойное удаление

```
int * ptr = new int{42};

{

  std::shared_ptr<int> smartPtr1{ptr};
  std::shared_ptr<int> smartPtr2{ptr};

} // двойное удаление
```

shared_ptr в списке параметров функций shared_exception.cpp

```
    try{

    /*
    A *a=new A("A");
    foo(foofoofoo(),std::shared_ptr<A>(a));
    /*/
    //std::shared_ptr<A> a(new A("B"));
    foo(std::shared_ptr<A>(new A("B")),foofoofoo());

    //*/

    }catch(...){
        std::cout<< "Catch" << std::endl;
    }
```

std::dynamic_pointer_cast<T>
dynamic_pointer_cast.cpp

```
    std::shared_ptr<B> b(new B());

    std::shared_ptr<A> ptr = b;

    if(std::shared_ptr<B> ptr_b = std::dynamic_pointer_cast<B>(ptr)){
        ptr_b->Do();
    }
```

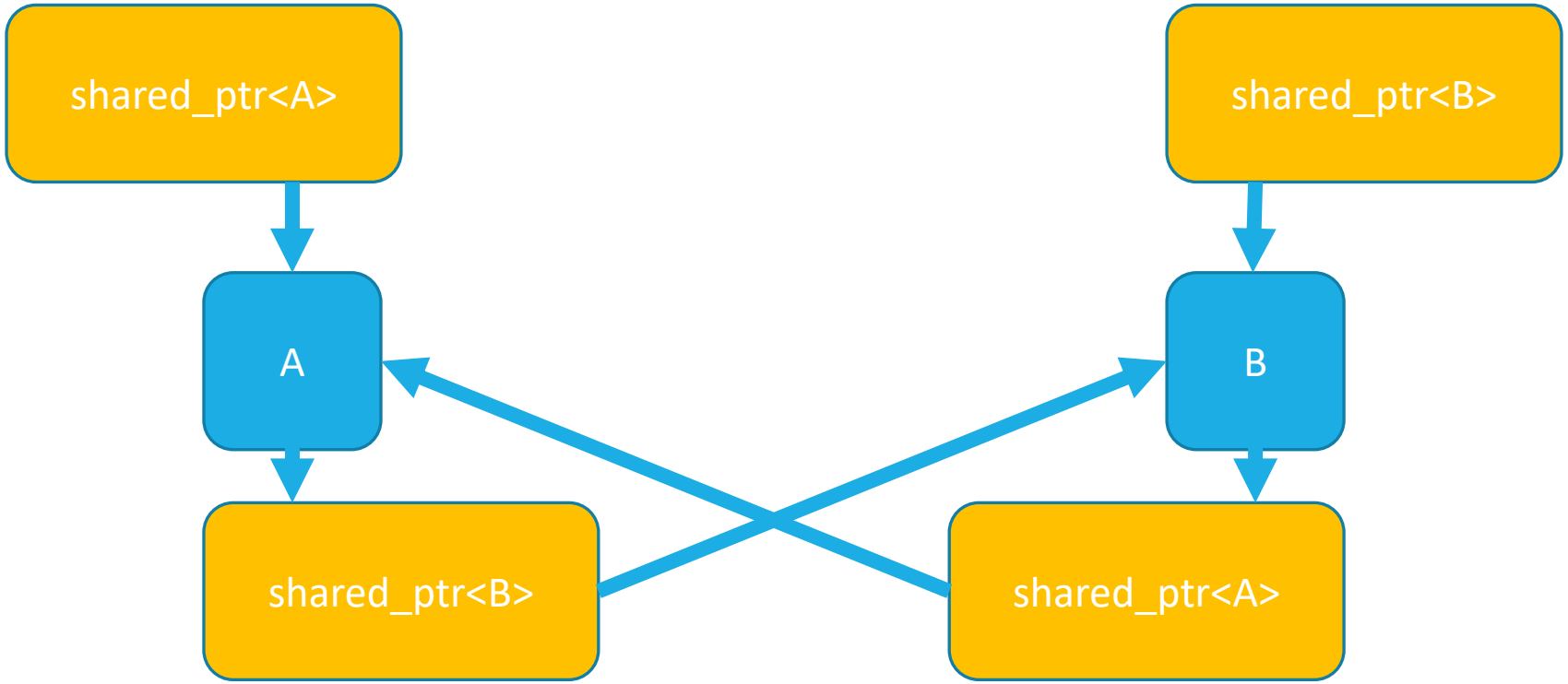
enable_shared_from_this.cpp

```
struct SomeStruct : std::enable_shared_from_this<SomeStruct> {
    SomeStruct() {
        std::cout << "ctor" << std::endl;
    }
    ~SomeStruct() {
        std::cout << "dtor" << std::endl;
    }

    std::shared_ptr<SomeStruct> getPtr() {
        return shared_from_this();
    }
};
```

Перекрестные ссылки и std:shared_ptr **dead_lock.cpp**

Если зациклить объекты друг на друга, то появится «цикл» и объект ни когда не удалится! Т.к. деструктор не запустится!



Слабый указатель
std::weak_ptr

shared_ptr представляет *разделяемое владение*, но с моей точки зрения разделяемое владение не является идеальным вариантом: значительно лучше, когда у объекта есть конкретный владелец и его время жизни точно определено.

std::weak_ptr

1. Обеспечивает доступ к объекту, только когда он существует;
2. Может быть удален кем-то другим;
3. Содержит деструктор, вызываемый после его последнего использования (обычно для удаления анонимного участка памяти).

Теперь без dead lock
weak_ptr_deadlock.cpp

```
1.class A {
2.private:
3.    std::weak_ptr<B> b;
4.public:
5.    void LetsLock(std::shared_ptr<B> value) {
6.        b = value;
7.    }
8.    ~A(){
9.         std::cout << "A killed!" << std::endl;
10.    }
11.};
```

weak_ptr.cpp

```
struct Observable {
    void registerObserver(const std::shared_ptr<Observer>& observer) {
        m_observers.emplace_back(observer);
    }

    void notify() {
        for (auto& obs : m_observers) {
            auto ptr = obs.lock();
            if (ptr)
                ptr->notify();
        }
    }
private:
    std::vector<std::weak_ptr<Observer>> m_observers;
};
```

Спасибо!

ВСЕ ИДЕМ НА ПЕРЕРЫВ