# Обработка исключений

- Исключение - это ошибка которая возникает во время выполнения программы.

- Давайте разделим о**бнаружение ошибок** от **обработки ошибок**.

# Обнаружение ошибки

```
// Открываем файл и возвращаем содержимое
string readFileToString(const string &filename) {

  // Попытка открыть файл
  ifstream fin(filename);
  if (!fin.is_open()) {
    // ОШИБКА! невозможно открыть
    // файл.
    // Что с этим делать?
  }
  ...
}
```

**Игнорировать и продолжить работу?**

**Вывести сообщение?**

# Обработка исключений

- Какие есть способы сообщить об ошибке в программе во внешний мир:
  - Глобальные коды ошибок
  - Возврат кода ошибки
  - Throw/Catch Exceptions (механизм исключений)

# Глобальные коды ошибки

- Механизм:
  1. Хранить код ошибки глобально, затем вернуть.
  2. Вызывающая функция/программа получают код ошибки.

Такой подход плохо работает для сложных программ, должно гарантироваться что код ошибки проверяется и программа продолжает работать корректно.

# Ошибки состояния объекта

- Если метод класса не отработал корректно, объект переходит в состояние ошибки
- Необходимо проверять состояние объекта после каждой операции с ним.

```
...
// Попытка открыть файл
ifstream fin(filename);
if (!fin.is_open()) {
  ...
}
...
```

# Возврат кода ошибки

- Механизм:
  1. Вернуть код ошибки.
  2. Вызывающая функция/программа должна проверить код возврата.

- Лучше чем глобальный код ошибки, так как происходит локально и не может быть изменена извне.
- Однако, необходимо следить за кодом возврата…

# Возврат кода ошибки

```
// Возвращает n! для положительных
// и -1 в противном случае.
int factorial(int n) {

  // Проверка
  if (n < 0) {
    return -1;
  }
  ...
}
```

# Возврат кода ошибки

```
// Парсит число из строки.
// Возвращает int. Возвращает ??? в
// случае ошибки.
int parseInt(const string &str) {
  // Проверка
  if (/*Недопустимый символ*/) {
    return ???;
  }
  ...
}
```

**Что вернуть в случае ошибки?**

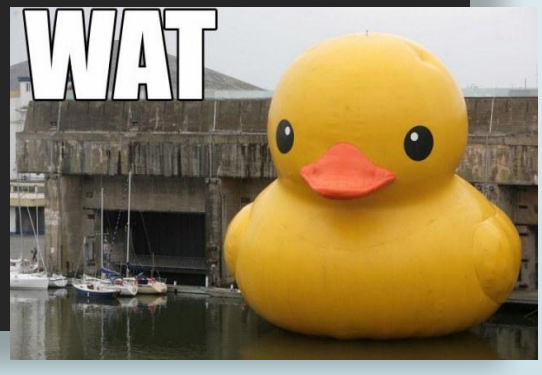
# Возврат кода ошибки

```
// Создает Duck. Если что-то пошло не
// так, возвращает duck WAT

Duck makeDuck(/*Duck Parameters*/) {

  if (/*ОШИБКА*/) {
    return Duck("WAT");
  }
  ...
}
```

**Как-то странно.**



# Возврат кода ошибки

- Вызывающая сторона может забыть проверить код возврата.

```
// Возвращает n! для положительных
// и -1 в противном случае.
int factorial(int n);

int main(int n) {

  int x = askUser();
  int f = factorial(x);

  // Использование кода ошибки в вычислениях.
  // Что может случиться??
}
```

# Возврат кода ошибки

- Проверка кода ошибки чередуется с проверкой нормально значения.

```
int main() {
  int x = askUser();
  int f = factorial(x);
  if (f < 0) {
    cout << "ERROR" << endl;
  }
  else if (f < 100) {
    cout << "Small factorial" << endl;
  }
  else {
    cout << "Larger factorial" << endl;
  }
}
```

# Обработка исключений

- Системные средства, с помощью которых программа может справиться с ошибками времени выполнения

# Генерация исключений

В C++ **оператор throw** используется, чтобы сигнализировать о возникновении исключения или ошибки.

Сигнал о том что произошло исключение обычно называется «**генерацией исключения**».

# Обработка исключений

В C++ мы используем ключевое слово **try** для определения блока стейтментов (так называемый «**блок try**»). Блок try действует как наблюдатель, ища исключения, которые были выброшены каким-либо из операторов в этом же блоке try.

Фактически, обработка исключений — это работа блока(ов) catch. Ключевое слово **catch** используется для определения блока кода (так называемого «**блока catch**»), который обрабатывает исключения определенного типа данных.

# Использование исключений



Код которым может обнаружить ошибку помещается в try блок.

```
int main() {
  int x = askUser();
  try {
    int f = factorial(x);
    if (f < 100) {
      cout << "Small" << endl;
    }
    else {
      cout << "Larger" << endl;
    }
  }
  catch (FactorialError &e) {
    cout << "ERROR" << endl;
  }
}
```

Код который, выполняется в случае если произошла ошибка.

```
class FactorialError { };

// Возвращает n! для
// положительных
// Генерирует исключение для
// отрицательных чисел
int factorial(int n) {

  // Check for error
  if (n < 0) {
    throw FactorialError();
  }
  ...
```

Генерация исключения

# Обработк исключений

- блоки ***try*** и ***catch*** работают вместе
- блок ***try*** должен иметь хотя бы один блок ***catch***
- если исключение было поймано блоком ***try*** и направлено в блок ***catch*** для обработки, оно считается обработанным (после выполнения кода блока ***catch***), и выполнение программы возобновляется
- Параметры catch работают так же, как и параметры функции
- параметры одного блока catch могут быть доступны и в другом блоке catch (который находится за ним)
- Исключения фундаментальных типов данных могут быть пойманы **по значению**
- исключения не фундаментальных типов данных должны быть пойманы **по константной ссылке**, дабы избежать ненужного копирования.

# Использование исключений

- Обработка исключений основывается на трех понятиях:

1. Обнаружение ошибки. Код который необходимо контролировать на предмет ошибки помещается в блок **try**
2. Выброс исключения **throw**. Сообщение о возникшей ошибке определенного типа
3. Обработка ошибки. Перехват кода ошибки и обработка ошибки соответствующим образом. Блок **catch**

# Исключения обрабатываются немедленно

```
#include <iostream>

int main()
{
    try
    {
        throw 7.4; // выбрасывается исключение типа double
        std::cout << "This never prints\n";
    }
    catch(double a) // обрабатывается исключение типа double
    {
        std::cerr << "We caught a double of value: " << a << '\n';
    }

    return 0;
}
```

# Выброс исключения throw

```
class FactorialError { };

// Возвращает n! для
// положительных
// Генерирует исключение для
// отрицательных чисел
int factorial(int n) {


  if (n < 0) {
    throw FactorialError();
  }
  ...
}
```

- Когда встречается **throw** дальнейшее выполнение кода в блоке прекращается.
- Программа пытается найти соответствующий блок **catch**.
- Тип кода ошибки может быть любым, включая пользовательские типы.
  - например `FactorialError`
- Только один объект может выбросить исключение в один момент времени

# try-catch блок

```
int main() {
  int x = askUser();
  try {
    int f = factorial(x);
    if (f < 100) {
      cout << "Small" << endl;
    }
    else {
      cout << "Larger" << endl;
    }
  }

  catch (FactorialError &e) {
    cout << "ERROR" << endl;
  }
}
```

- Каждому **try** блоку должен соответствовать один или несколько блоков **catch**.
- Если исключение выбрасывается внутри блока **try**, проверяются соответствующие блоки **catch**
- Если блок **catch** соответствует типу исключения, то выполняется код внутри этого блока
- Если соответствий не находится, исключение выбрасывается выше
- Необработанное исключение = крах программы.


# Exercise: average

- Напишите функцию, которая усредняет числа в последовательности, заданной двумя итераторами. Если последовательность пуста, выбросите исключение.

```
class AverageException { };

// РЕЗУЛЬТАТ: Возвращает усредненное значение в
// последовательности [begin, end). Если
// последовательность  пустая выбросить исключение типа
// AverageException

template <typename Iter_type>
double average(Iter_type begin, Iter_type end) {

  // РЕАЛИЗАЦИЯ

}
```

# Solution: average

```
class AverageException { };

// РЕЗУЛЬТАТ: Возвращает усредненное значение в
// последовательности [begin, end). Если
// последовательность  пустая выбросить исключение типа
// AverageException
template <typename Iter_type>
double average(Iter_type begin, Iter_type end) {
  int count = 0;
  double total = 0;
  if (begin == end) {
    throw AverageException();
  }
  while (begin != end) {
    ++count;
    total += *begin;
    ++begin;
  }
  return total / count;
}
```

# catch параметры

- `catch` блок выполняется когда тип исключения совпадает с типом параметра блока **catch**
- **catch-by-value** или **catch-by-reference**.
- Неявные преобразования недопустимы, но полиморфизм работает

```
int main() {
  try {
    throw 2;
  }
  catch (int e) { ... }
}
```

**Типы int.**

```
int main() {
  try {
    throw 2;
  }
  catch (double e) { ... }
}
```

**Неявное преобразование недопустимо.**

```
int main() {
  try {
    throw Gorilla();
  }
  catch (Gorilla &e) {
    ...
  }
}
```

**Передача по ссылке.**

```
int main() {
  try {
    throw Duck();
  }
  catch (Bird &e) {
    ...
  }
}
```

**Полиморфизм!**

# Несколько catch блоков

- try блок может иметь несколько catch блоков.
- Будет использоваться тот блок, для которого тип совпадает
- Используйте “ …” для того чтобы обработать любой тип.

```
int main() {
  try {
    if (/*something*/) {
      throw 4;
    }
    if (/*something*/) {
      throw 2.0;
    }
    if (/*something*/) {
      throw 'a';
    }
    if (/*something*/) {
      throw false;
    }
  }
  catch (int x) { }
  catch (double d) { }
  catch (char c) { }
  catch (...) { }
}
```


# Exercise: Exceptions 1

- Что выведет этот код?

```
class GoodbyeError { };
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  GoodbyeError e; throw e;
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
class HelloError { };
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  goodbye();
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (HelloError &he) {
    cout << "caught hello\n";
  }
  catch (GoodbyeError &ge) {
    cout << "caught goodbye\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

# Solution: Exceptions 1

- Что выведет этот код?

```
class GoodbyeError { };
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  GoodbyeError e; throw e;
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
class HelloError { };
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  goodbye();
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (HelloError &he) {
    cout << "caught hello\n";
  }
  catch (GoodbyeError &ge) {
    cout << "caught goodbye\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

```
hello called
goodbye called
caught goodbye
main returns
```


# Exercise: Exceptions 2

- Что выведет этот код?

```
class GoodbyeError { };
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  GoodbyeError e; throw e;
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
class HelloError { };
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  try { goodbye(); }
  catch (GoodbyeError &ge) {
    throw HelloError();
  }
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (HelloError &he) {
    cout << "caught hello\n";
  }
  catch (GoodbyeError &ge) {
    cout << "caught goodbye\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

# Solution: Exceptions 2

- Что выведет этот код?

```
class GoodbyeError { };
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  GoodbyeError e; throw e;
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
class HelloError { };
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  try { goodbye(); }
  catch (GoodbyeError &ge) {
    throw HelloError();
  }
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (HelloError &he) {
    cout << "caught hello\n";
  }
  catch (GoodbyeError &ge) {
    cout << "caught goodbye\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

```
hello called
goodbye called
caught hello
main returns
```


# Exercise: Exceptions 3

- Что выведет этот код?

```
class Error {
  string msg;
public:
  Error(const string &s) : msg(s) { }
  const string &get_msg() { return msg;}
};
```

```
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  throw Error("bye");
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  try { goodbye(); }
  catch (Error &e) { throw Error("hey");}
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (Error &e) {
    cout << e.get_msg();
    cout << endl;
  }
  catch (...) {
    cout << "unknown error\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

# Solution: Exceptions 3

- Что выведет этот код?

```
class Error {
  string msg;
public:
  Error(const string &s) : msg(s) { }
  const string &get_msg() { return msg; }
};
```

```
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  throw Error("bye");
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  try { goodbye(); }
  catch (Error &e) { throw Error("hey");}
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (Error &e) {
    cout << e.get_msg();
    cout << endl;
  }
  catch (...) {
    cout << "unknown error\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

```
hello called
goodbye called
hey
main returns
```


# Exercise: Exceptions 4

- Что выведет этот код?

```
class Error {
  string msg;
public:
  Error(const string &s) : msg(s) { }
  const string &get_msg() { return msg;}
};
```

```
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  throw GoodbyeError();
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  try { goodbye(); }
  catch (Error &e) { throw Error("hey");}
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (Error &e) {
    cout << e.get_msg();
    cout << endl;
  }
  catch (...) {
    cout << "unknown error\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

# Solution: Exceptions 4

- Что выведет этот код?

```
class Error {
  string msg;
public:
  Error(const string &s) : msg(s) { }
  const string &get_msg() { return msg; }
};
```

```
void goodbye() {
  cout << "goodbye called\n";
  throw GoodbyeError();
  cout << "goodbye returns\n";
}
```

```
void hello() {
  cout << "hello called\n";
  try { goodbye(); }
  catch (Error &e) { throw Error("hey");}
  cout << "hello returns\n";
}
```

```
int main() {
  try {
    hello();
    cout << "done\n";
  }
  catch (Error &e) {
    cout << e.get_msg();
    cout << endl;
  }
  catch (...) {
    cout << "unknown error\n";
  }
  cout << "main returns\n";
}
```

```
hello called
goodbye called
unknown error
main returns
```

“В настоящее время не существует стандартных технологий, применение которых обеспечивает предсказуемость и надежность обработки исключений”

“Использующие механизм исключений и при этом корректно работающие программы появляются не случайно, а требуют тщательного проектирования”

С. Мейерс

# Зачем нужны исключения?

- Исключение нельзя проигнорировать
- Если в исключительной ситуации функция возвращает код ошибки или флаг статута, то нет никакой гарантии что программа не продолжит свое выполнение и код будет обработан
- В отличие от кода возврата или флага статуса программа в случае исключения немедленно прекратит свое выполнение

# Exercise: Exceptions 5

Представим, что вы разрабатываете программу для мультимедийной адресной книги. Наряду с текстовой информацией: именем, адресом и телефонным номером - книга могла бы содержать фотографии людей и образцы их речи.

```
class Image { // изображение
public:
    Image (const std::string &image_name);
    ...
};

class AudioClip { // звуковые данные
public:
    AudioClip(const std::string audio_name);
    ...
};

class PhoneNumber { // телефонный номер
    ...
};
```

```
class BookEntry {
public:
    BookEntry(const std::string &name,
              const std::string &address = "",
              const std::string &imageFile = "",
              const std::string &audioFile = "");

    ~BookEntry();
    void addPhoneNumber(const PhoneNumber &number);
private:
    std::string name;
    std::string address;
    std::list<PhoneNumber> numbers;
    Image *image;
    AudioClip *audio;
};
```

Обязательный аргумент

# Конструктор

```
BookEntry(const std::string &name,
          const std::string &address = "",
          const std::string &imageFile = "",
          const std::string &audioFile = ""):
    name(name), address(address),
    image(nullptr), audio(nullptr) {

    if (imageFile != "") {
        image = new Image(name);
    }

    if (audioFile != "") {
        audio = new AudioClip(audioFile);
    }
}
```

# Конструктор

```
BookEntry(const std::string &name
          const std::string &add
          const std::string &ima
          const std::string &audioFile = ""):
    name(name), address(address),
    image(nullptr), audio(nullptr) {

    if (imageFile != "") {
        image = new Image(name);
    }

    if (audioFile != "") {
       audio = new AudioClip(audioFile);
    }
}
```

Конструктор обнуляет указатели ***imageFile*** и ***audioFile***, а затем, если соответствующие аргументы содержат имена файлов, создает для них реальные объекты

# Исключения в конструкторе

Что произойдет если исключение случиться, например, здесь?

```
if (audioFile != "") {
    audio = new AudioClip(audioFile);
}
```

Если исключение возникает во время создания объекта, на который должен указывать audio, что удалит объект, на который уже указывает image?

Кажется что деструктор. Но нет

# Исключения в конструкторе

Если исключение возникает во время создания объекта, на который должен указывать ***audio***, что удалит объект, на который уже указывает ***image***?

Деструктор ***BookEntry*** никогда не будет вызван! Так как деструктор вызывается только для полностью сконструированных объектов.

Попробуем взять все в свои руки и выделить память для ***entry*** динамически, а затем, при возникновении исключения, вызвать оператор ***delete***

```
void testBookEntry() {
    BookEntry *entry = nullptr;
    try {
        entry = new BookEntry("Vasya", "Spb","iFile", "aFile");
    }
    catch(...) {
        delete entry;
        throw BookEntryException;
    }

    delete entry;
}
```

Попробуем взять все в свои руки и выделить память для ***entry*** динамически, а затем, при возникновении исключения, вызвать оператор ***delete***

```
void testBookEntry() {
    BookEntry *entry = nullptr;
    try {
        entry = new BookEntry("Vasya", "Spb","iFile", "aFile");
    }
    catch(...) {
        delete entry;
        throw BookEntryException;
    }

    delete entry;
}
```

Объект **entry** все равно будет потерян, так как присвоение **entry** произойдет только после успешного завершения оператора **new**. Если исключение произойдет раньше, то **entry** останется **nullprt** и поэтому его удаление в блоке catch не вызовет никаких действий!

# Не допускайте утечки ресурсов в конструкторах

Поскольку в C++ не освобождаются ресурсы, выделенные объектами, во время создания которых возникают исключения, то необходимо проектировать конструкторы так, чтобы они делали это сами.

Часто бывает достаточно просто перехватить все возможные исключения, выполнить код завершения, а затем передать исключения для дальнейшей обработки.

```
BookEntry(const std::string &name,
          const std::string &address = "",
          const std::string &imageFile = "",
          const std::string &audioFile = ""):
    name(name), address(address),
    image(nullptr), audio(nullptr) {

    try {
        if (imageFile != "") {
            image = new Image(name);
        }

        if (audioFile != "") {
            audio = new AudioClip(audioFile);
        }
    }
    catch(...) {
        delete image;
        delete audio;
        throw;
    }
}
```

Перехватываем все возможные исключения и передаем их для дальнейшей обработки

# Tip!

Поля класса не являющиеся указателями инициализируются автоматически перед вызовом конструктора, поэтому, когда конструктор ***BookEntry*** начинает выполняться, элементы ***name***, ***address***, ***numbers*** уже полностью созданы. Значит они будут удалены одновременно с объектами типа ***BookEntry***, которому принадлежат.

# Дублирование кода

```
BookEntry(...):
      name(name), address(address),
      image(nullptr), audio(nullptr) {

      try {
      ...
      }
      catch(...) {
          delete image;
          delete audio;

          throw BookEntryException;
      }
}
```

```
~BookEntry()
 {
      delete image;
      delete audio;
 }
```

```
class BookEntry {
...
private:

    void cleanUp()
    {
        delete image;
        delete audio;
    }
...
}
```

# Дублирование кода

```
BookEntry(...):
      name(name), address(address),
      image(nullptr), audio(nullptr) {

      try {
      ...
      }
      catch(...) {
          cleanUp();
          throw BookEntryException;
      }
 }
```

```
 ~BookEntry()
{
    cleanUp();
}
```

# const *

Внесем небольшие изменения. Переделаем класс ***BookEntry*** таким образом, чтобы ***image*** и ***audio*** стали константными

```
class BookEntry {
public:
  ...
private:

...
    Image * const image;
    AudioClip * const audio;
};
```

Указатели данного типа необходимо инициализировать с помощью *списка инициализации* в конструкторе класса, потому что другого способа сделать это для указателей с атрибутом ***const*** нет.

# Что не так?

```
class BookEntry {
public:
    BookEntry(const std::string &name,
              const std::string &address = "",
              const std::string &imageFile = "",
              const std::string &audioFile = ""):
        name(name), address(address),
        image(imageFile != "" ? new Image(imageFile) :
nullptr),
        audio(audioFile != "" ? new AudioClip(audioFile) :
nullptr)

    { }

...
};
```

# Что не так?

```
class BookEntry {
public:
    BookEntry(const std::string &name,
              const std::string &address = "",
              const std::string &imageFile = "",
              const std::string &audioFile = ""):
        name(name), address(address),
        image(imageFile != "" ? new Image(imageFile) :
nullptr),
        audio(audioFile != "" ? new AudioClip(audioFile) :
nullptr)

    { }

...
};
```

Мы вернулись к изначальной проблеме: если исключение возникает во время инициализации ***audio***, то объект, на который указывает ***image***, не будет удален никогда. Нельзя решить проблему добавив ***try*** и ***catch***, так как они являются операторами, а список инициализации может включать только выражения.

Чтобы обработка исключения не вышла за пределы конструктора - необходимо перехватить эти исключения. Разместим их, например, внутри внутренних функций

```
BookEntry(const std::string &name,
          const std::string &address = "",
          const std::string &imageFile = "",
          const std::string &audioFile = ""):
        name(name), address(address),
        image(initImage(imageFile)),
        audio(initAudioClip(audioFile))

    { }
```

```
Image * initImage(const std::string &
imageName)
{


if (imageName != "")
     return new Image(imageName);
return nullptr;

}

AudioClip * initAudioClip(const
std::string & audioName)
{
try {
     if (audioName != "") {

     return new AudioClip(audioName);

     }

return nullptr;
}
catch (...) {
     delete image;
     throw BookEntryException;
}

}
```

# Недостатки

Код - который должен принадлежать конструктору, оказался разбросан по нескольким функциям, такой код сложно читать и поддерживать.

# Умные указатели

**Smart pointer** — это объект, работать с которым можно как с обычным указателем, но при этом, в отличии от последнего, он предоставляет некоторый дополнительный функционал (например, автоматическое освобождение закрепленной за указателем области памяти).

# Умные указатели

- Умные указатели призваны для борьбы с утечками памяти, которые сложно избежать в больших проектах.
- Они особенно удобны в местах, где возникают исключения, так как при последних происходит процесс раскрутки стека и уничтожаются локальные объекты.
- В случае обычного указателя — уничтожится переменная-указатель, при этом ресурс останется не освобожденным.
- В случае умного указателя — вызовется деструктор, который и освободит выделенный ресурс.

# shared_ptr

**shared_ptr** реализует подсчет ссылок на ресурс. Ресурс освободится тогда, когда счетчик ссылок на него будет равен 0.

Как видно, система реализует одно из основных правил сборщика мусора.

# shared_ptr

```
std::shared_ptr<int> x_ptr(new int(42));
std::shared_ptr<int> y_ptr(new int(13));

// после выполнения данной строчки, ресурс
// на который указывал ранее y_ptr (int(13))
освободится,
// а на int(42) будут ссылаться оба указателя
y_ptr = x_ptr;

std::cout << *x_ptr << "\t" << *y_ptr << std::endl;

// int(42) освободится лишь при уничтожении
последнего ссылающегося
// на него указателя
```

# shared_ptr

```
someFunction(std::shared_ptr<Foo>(new Foo), getRandomKey());
```

Этот код может привести к учетке памяти. Потому, что стандарт C++ не определяет порядок вычисления аргументов. Может случиться так, что сначала выполнится new Foo, затем getRandomKey() и лишь затем конструктор shared_ptr. Если же функция getRandomKey() бросит исключение, до конструктора shared_ptr дело не дойдет, хотя ресурс (объект Foo) был уже выделен.

# shared_ptr

```
someFunction(std::make_shared<Foo>(), getRandomKey());
```

make_shared возвращает shared_ptr. Этот результат является временным объектом, а стандарт C++ четко декларирует, что временные объекты уничтожаются, в случае появления исключения.

```
class BookEntry {
public:
    BookEntry(const std::string &name,
              const std::string &address = "",
              const std::string &imageFile = "",
              const std::string &audioFile = ""):
        name(name), address(address),
        image(imageFile != "" ? std::make_shared<Image>() :
nullptr),
        audio(audioFile != "" ? std::make_shared<AudioClip>() :
nullptr)
    { }


void addPhoneNumber(const PhoneNumber &number);

private:

    std::string name;
    std::string address;
    std::list<PhoneNumber> numbers;
    shared_ptr<Image> const image;
    shared_ptr<AudioClip>  const audio;
};
```