

САОД

ООП, классы и объекты в C++

А. Задорожный

2018

Вопросы для повторения

1. Из каких шагов состоит построение программы на C++?
2. Как в тексте программы обнаружить инструкции препроцессора? Приведите примеры инструкций препроцессора.
3. Назовите 4 основных типа данных, определенных в языке C++.
4. Можно ли в C++ написать $x = y = 3$? Почему?
5. Можно ли вызвать `void foo(int & a)` следующим образом: `foo(x+y);` Почему?
6. Проинтерпретируйте объявление второго параметра `main`.
`int main(int argc, char* argv[])`
7. Сколько операций умножения в операторе `*p = *p * 2`?
8. Если массив `w` проинициализирован значениями 1, 2, 3. Чему равно значение выражения `*w`?
9. Чему равна величина `p + i`, где `p` – указатель на массив целых, а `i` – целое число?

Содержание

- [Классы, структуры, объекты](#)
 - [Время жизни переменных \(объектов\)](#)
 - [Конструкторы инициализации](#)
 - [Структуры](#)
 - [Наследование](#)
 - [Шаблоны](#)
- [Inline функции и методы](#)
- [Переопределение операций](#)
- [Управление памятью и динамические объекты](#)
- [Глобальные переменные и статические поля](#)
- [Виды конструкторов в C++](#)
 - [Конструктор по умолчанию](#)
 - [Конструктор инициализации](#)
 - [Конструктор копирования](#)
- [Ссылки в C# \(.Net\)](#)
- [Строки STL и консольный ввод](#)

Классы, структуры, объекты*

Классы объявляются по аналогии с C#

```
class Date {  
    int m_nYear;  
    int m_nMonth;  
    int m_nDay;  
public:    //Указывается не перед каждым методом  
    Date(); //Конструктор, как правило, public  
    ~Date() {}  
};          //Точка с запятой обязательна!
```

Объявления, как правило, в заголовочном файле (*интерфейс*). Реализация часто в *CPP*-файле

Реализация методов*

Date.cpp

```
#include "Date.h"
```

```
Date::Date () { //Указываем класс  
    m_nYear = 1;  
    m_nMonth = 1;  
    m_nDay = 1;  
}
```

Такой конструктор по умолчанию создает объект-даты **1 янв. 0001** года.

Объявление и время жизни объектов*

```
#include "Date.h"
int main(){
    Date d; // Это не ссылка, а объект!
    return 0;
}
```

- **Локальные объекты создаются при выполнении объявления.**
- **Локальные объекты исчезают по завершении блока в котором они были объявлены.**
- **Глобальные объекты объявляются вне блоков.**
- **Глобальные объекты создаются до начала работы программы, а разрушаются после завершения программы.**

Конструкторы инициализации*

```
class Date {  
    int m_nYear;  
    int m_nMonth;  
    int m_nDay;  
public:  
    Date();  
    Date(int year, int mon=1, int day=1);  
    ~Date() {}  
};
```

Параметры по умолчанию задаются при объявлении!

Конструкторы инициализации

```
Date::Date (int year, int mon, int day) {  
    if (year < 1 || year > 10000)  
        year = 1;  
    if (mon < 1 || mon > 12)  
        mon = 1;  
    int vDays[12]={31, 29, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31};  
    if (mon < 1 || mon > 12)  
        mon = 1;  
    if (day < 1 || day > vDays[mon-1])  
        day = 1;  
    if (mon == 2)  
        if(day == 29 && (year % 4 > 0 || (year % 100 == 0 && year % 400 >0))) {  
            day = 1;  
            mon = 3;  
        }  
    m_nYear = year;  
    m_nMonth = mon;  
    m_nDay = day;  
}
```

Конструктор обеспечивает правильность создаваемой даты

```
Date d(2006, 10, 12), t(2006, 11), e(2006);
```


Структуры*

- Структуры – те же классы!
- По умолчанию в них действует область видимости `public`

```
struct Date {  
private:  
    int m_nYear;  
    int m_nMonth;  
    int m_nDay;  
public:  
    Date();  
    ~Date() {} //Конструктор, как правило, public  
};           //Точка с запятой обязательна!
```

Структуры в C#

В C# между структурами и классами имеются существенные различия!

Все структуры в C# являются ***Value Type***! В том числе, числовые типы, перечисления и пр.

Все классы – ***Reference Type***

Наследование

```
class B //Доступом к предку можно управлять
{
public:
    void boo();
};
```

```
class C: B
```

```
{
```

```
    ...
```

```
};
```

```
C c;
```

```
c.boo();
```

```
class C: public B
```

```
{
```

```
    ...
```

```
};
```

```
C c;
```

```
c.boo();
```

Включение и наследование

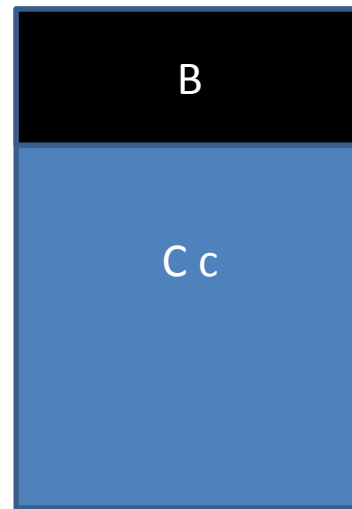
```
class B
{
public:
    void boo();
};
```

```
class C
{
public:
    B m_B;
};
```

```
C c;
c.m_B.boo();
```

Предки как неименованные члены класса*

```
class C{ public: B m_B}    class C: public B {}  
c.m_B.booo()             c.booo()
```



Есть и существенные различия (см. комментарий к слайду).

Шаблоны

Шаблоны – абстракции типов и алгоритмов

Шаблон алгоритма:

```
template <class T> void Swap (T& a, T& b)  
{ T c = a; a = b; b = c; }
```

Шаблон класса:

```
template <class T> class ... Далее определение  
класса
```

Параметры шаблонов, которые не являются типами

Вектора произвольной размерности с типом *double* или *float*, а может быть и *int*.

```
template <class T, int N> class vect{
    int n = N;
public:
    T data[N];
    int GetLen(){ return n; }
};
```

Оператор определения типа

```
typedef vect<double, 2> Vector2D;
```

Теперь можно использовать

```
Vector2D v;
```

! Шаблоны, как и определения типа размещаются в заголовочных файлах!

Сам-по себе шаблон в результате компиляции не образует фрагмента кода. Он превращается в нужный метод или алгоритм на этапе компиляции вызывающей части кода!

Промежуточный итог

Узнали особенности классов C++ :

- **Объявление объекта == создание.**
Не возникает = `new ...`;
- **Объявление отделено от определения;**
В определении (`cpp`) указываем контекст (`<Класс>::`);
- **Более важна роль конструкторов;**
Конструктор “по умолчанию”, “инициализации”, ...;
- **Структуры – те же классы.**
По умолчанию `public` (для совместимости с “C”);
- **При наследовании нужно указывать видимость предков.**
По умолчанию видимость `private` и методы предков не будут видны;
- **Шаблоны позволяют определять абстракции алгоритмов и структур данных.**
Располагаются шаблоны в заголовочных файлах. Параметрами шаблонов являются типы данных и конкретные значения.

Контрольные вопросы

1. К чему приведет объявление класса в C++ без использования слова `public`?
2. Почему в конце объявления класса ставится точка с запятой?
3. Определите время жизни объекта. Сформулируйте правило, по которому возникают и исчезают временные объекты в C++.
4. В чем различие между объектами в C++ и C# (.Net)?
5. Опишите время жизни объектов в C# (.Net)?
6. Что такое “конструктор инициализации”?
7. Опишите правила определения и использования параметров по умолчанию. (Где они указываются и почему, как они расположены в списке параметров, как могут опускаться при вызове)
8. В чем различие в C++ между `struct` и `class`?
9. Как будет исправлена дата при вызове `Date d(0, 15, 2006)`, если конструктор реализован как в лекции? Какая дата будет задана при вызове `Date d(2007)`?
10. В чем различие в наследовании в C# и C++? (по лекции)
11. Где располагаются шаблоны?
12. Что означает в параметре шаблона слово `class`?

Вызов функции и inline*

Вызов функции требует времени:

1. Вычислить и поместить в стек параметры
2. Запомнить адрес возврата
3. Переключить стек и передать управление на функцию
4. ...
5. Переключить стек и вернуть управление в вызывающий код

Частые вызовы коротких функций снижают эффективность выполнения программ.

Функцию можно пометить квалификатором `inline`. При этом, компилятор не будет генерировать эту функцию, а в местах вызова сгенерирует код, эквивалентный вызову.

```
inline int max(int a, int b){return a>b? a: b;}
```

Переопределение операций Inline методы*

```
class Date {
    int m_nYear;
    int m_nMonth;
    int m_nDay;
public:
    Date();
    Date(int year, int mon=1, int day=1);
    ~Date() {}
    bool operator < (const Date &d) const {
        return m_nYear < d.m_nYear
        || (m_nYear == d.m_nYear && m_nMonth < d.m_nMonth)
        || (m_nYear == d.m_nYear && m_nMonth == d.m_nMonth      &&
m_nDay < d.m_nDay);
    }
    int get_Year() const {return m_nYear;}
};

cout << (t < d) << " " << (d < e) << endl;
```

“Динамические” объекты

```
char *s = new char[128];
```

```
Date *p = new Date();
```

```
Date *pv = new Date[5];
```

```
delete [] s;
```

```
delete p;
```

```
delete [] pv;
```

- “Динамические” объекты создаются оператором `new`;
- За удаление таких объектов отвечает программа!

Указатели на объекты

При работе с динамическими объектами получаем указатели:

```
Date *p = new Date();
```

Можно и как раньше, получить ссылку на объект (*p), и обращаться к доступным методам или данным через точку

```
int y = (*p).get_Year();
```

Но! Принято (и удобнее) использовать специальный синтаксис:

```
int y = p -> get_Year();
```

Глобальные объекты

Правила:

Время жизни объектов ограничено блоком кода (`{...}`) в котором они объявлены.

Глобальные объекты объявляются вне всех блоков.

Это определяет время их жизни.

Но как сделать видимыми во всех модулях (сpp-файлах)?

Для этого, их объявления выносят в заголовочные *h*-файлы!

Глобальные объекты*

Глобальный объект должен включаться в *h*-файл.

*Что бы избежать создания его экземпляров во множестве объектных файлов (модулей) в языке введен квалификатор **extern***

H-файл -----

extern Date UnixBase;

Один из CPP-файлов -----

Date UnixBase(1970,1,1);

В других CPP, где включен h-файл можно использовать UnixBase!

Статические поля*

Статические поля объявляются в классе с квалификатором ***static****

h-файл -----

```
class Test
{
    public:
        static int Count;
};
```

В CPP-файле -----

```
int Test :: Count = 0
```

В других CPP, где включен h-файл можно использовать Test :: Count!

Промежуточный итог

Узнали:

- Назначение и правила inline функций.
Быстрее вызываются, определяем в h-файлах;
- Переопределение операций в C++;
<тип >operator <операция> (<параметр>)...
- Динамические объекты и указатели;
new, delete, оператор ->;
- Как правильно объявлять глобальные переменные и статические поля.
Объявление в h с extern и размещение в cpp.
Объявление static в классе и размещение в cpp;

Контрольные вопросы

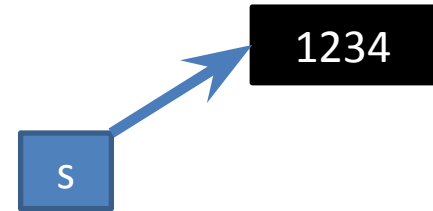
1. Что означает запись `o.operator = (t)`? Как ее можно эквивалентно записать иначе?
2. *Переопределите операцию `==` для `Date`.*
3. Что такое и зачем нужны *inline* функции и методы?
4. Как объявить *inline* метод в классе?
5. Что такое “динамические” объекты? Как они создаются? Уничтожаются?
6. Что означает запись: `o->foo()`? Что такое `o`? `foo`?
7. Опишите объявление и использование глобальных переменных в C++.
 1. Как их объявить, что бы можно было использовать в разных модулях?
 2. Как добиться того, что бы был создан только 1 уникальный экземпляр глобальной переменной?
8. Опишите правила объявления статических полей класса в C++.

Виды конструкторов*

Класс Str.

Класс для понимания роли конструкторов и деструкторов.

```
class Str {  
    char* m_pszText;  
public:  
    Str () //Конструктор “по умолчанию” (default)*  
        {m_pszText = new char[1]{0};}  
  
    ~Str () { delete []m_pszText;}  
};
```



Здесь деструктор обязателен!

Доработка Str*

Оператор *преобразования типа* ($Str \Rightarrow char^*$)

```
operator const char *()const {return m_pszText;}
```

После слова *operator* следует определение типа.

В данном случае это *const char ** - константный указатель на символ (z-строка).

Теперь объекты *Str* можно применять везде, где допускается использовать z-строку!

Конструктор инициализации для Str*

```
Str (const char * p)
{
    if(p) {
        m_pszText = new char [strlen(p) + 1];
        strcpy_s (m_pszText, strlen(p) + 1, p);
    }
    else
        m_pszText = new char[1]{0};
}
```

- Теперь можно:
Str s = "abc";

Конструкторы с непустым списком параметров – **конструкторы инициализации**. Таких конструкторов может быть много.

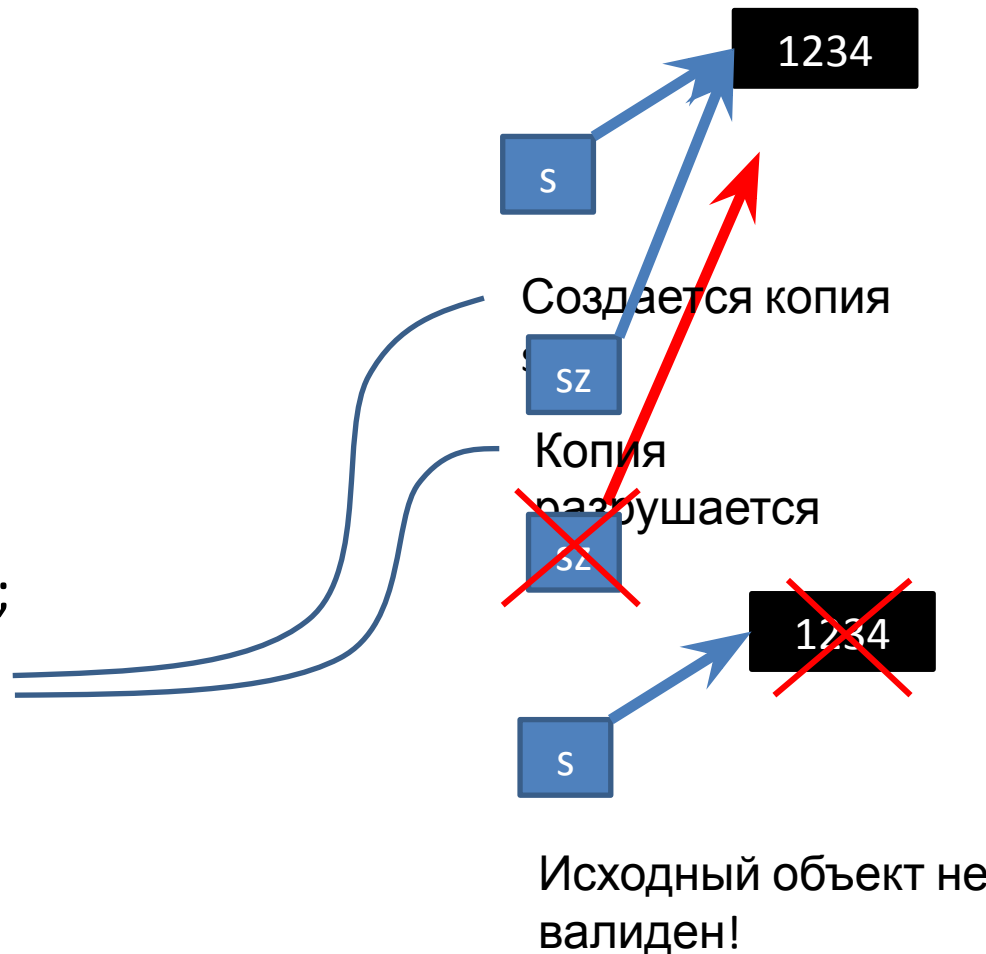
Варианты использования Str

Неправильное копирование*

```
void Test1 (Str sz)  
{
```

```
Str Test2 () {  
  Str sz= "123";  
  return sz;  
}
```

```
int main(){  
  Str s = "1234";  
  Test1(s);  
  Str t = Test2();  
}
```



Конструктор копирования*

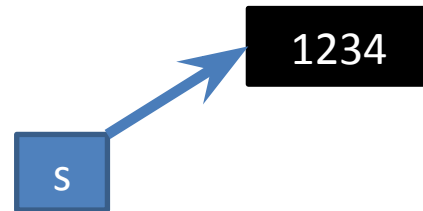
```
Str (const Str &s) //Константная ссылка на объект
{
    m_pszText = new char
[ strlen(s.m_pszText) + 1];
    strcpy_s (m_pszText,
              strlen(s.m_pszText) + 1,
              s.m_pszText);
}
```

Конструктор, у которого есть единственный параметр – константная ссылка на объект того же типа, называется ***конструктором копирования***.

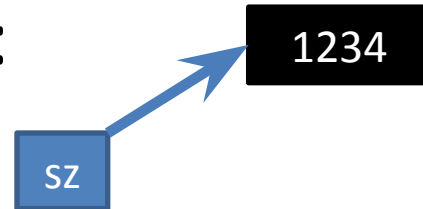
Он, если задан, будет вызываться во всех случаях создания копии объекта.

Создание копии*

Теперь есть правила
Копирования



В результате получаем:



“Правильные” копии можно создавать и
использовать без ограничений!

Конструктор копирования

Ловушка

Если нет конструктора копирования, то копирование заключается в копировании памяти (*dummy constructor*).

При этом, все переменные типа *int, double ...* **автоматически** приобретут в копии то же значение, что и в оригинале!

Но, ...!

если вы объявили собственный конструктор копирования, то это правило не действует! При копировании будут выполнены **ТОЛЬКО ТЕ ДЕЙСТВИЯ, КОТОРЫЕ УКАЗАНЫ В КОНСТРУКТОРЕ КОПИИ!**

Конструктор копирования

Ловушка. Пример.

```
class A{
    public:
        int Val;
        A(int v=0) {Val=v;}
        operator int&() const {return Val;}
};
A a(1), b(a);
cout<<a<<b<<endl; // Увидим 11
```

Добавим конструктор копии:

```
A(const A &a) {}
```

```
A a(1), b(a);
cout<<a<<b<<endl; // Теперь увидим 1<какой-то мусор>
```

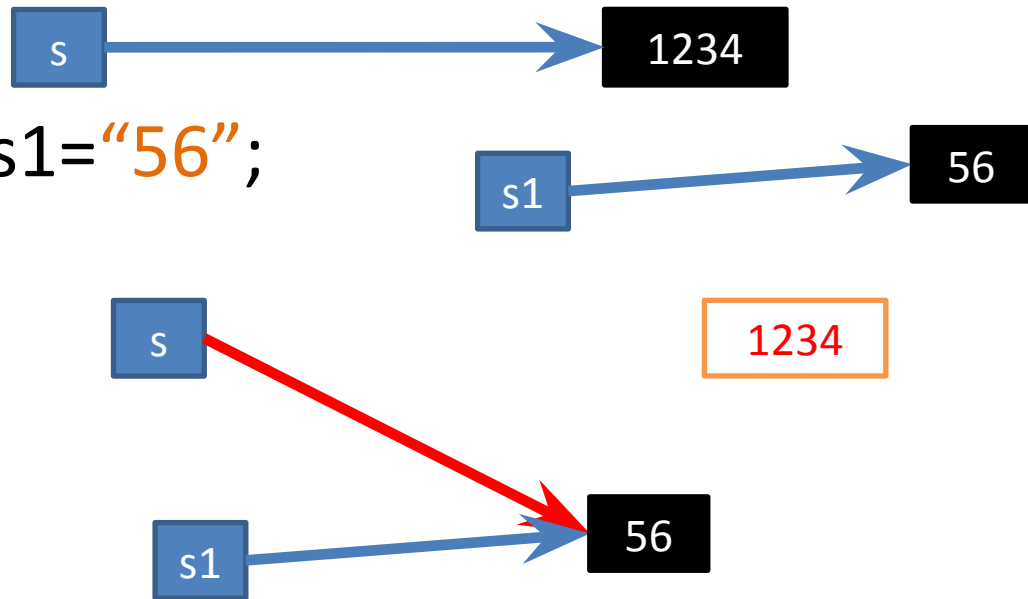
Во втором случае память не копировалась. Нужно обязательно в конструкторе копии

```
A(const A &a): Val(a.Val) {} или A(const A &a) {Val = a.Val;}
```

Варианты использования Str

Неправильное присваивание*

```
int main(){  
  Str s = "1234", s1="56";  
  s = s1;  
}
```



В результате присваивания память `s1` была скопирована в `s`:

- Блок "1234" остался висеть;
- Оба объекта "владеют" одним блоком.

Операция присваивания*

```
const Str& operator = (const Str &s) //Константная ссылка на объект
{
    if(&s == this) return *this;
    delete [] m_pszText; //Освобождаем текущие данные
    //Дальше просто копирование
    m_pszText = new char [strlen(s.m_pszText)
+ 1];
    strcpy_s (m_pszText,
              strlen(s.m_pszText) + 1,
              s.m_pszText);
    return *this;
}
```

Теперь объекты класса Str можно без проблем присваивать друг другу.

Еще о присваивании*

*Имеется конструктор инициализации Str (**const char*** sz).
Можем инициализировать объекты z-строкой/
Это удобно!*

Можно ли присвоить уже созданному объекту z-строку (s = "911")?

Да, можно! При этом, компилятор:

1. Создаст временный объект типа Str с начальным значением, равным z-строке;
2. Выполнить присваивание (есть оператор присваивания);
3. и разрушит временный объект.

С объектами ВСЕ ПРОСТО!

*Когда создаются копии объектов, а когда нет?
Каково время жизни объектов? Что происходит при
присваивании? ...*

На многие вопросы можно ответить следуя правилу:

***“Объекты классов ведут себя так же как и
переменные встроенных типов”.***

*Время жизни определяется теми же правилами, что
и для встроенных типов. Передача параметров,
возникновение копий, определяется теми же
правилами и т.п.*

Промежуточный итог

Узнали:

- Виды конструкторов и зачем они нужны.
Конструктор копии. Нужен, если в классе используются динамические поля;
- Как переопределить операцию преобразования типа;
`operator <тип> const()...`
- Разобрались, что происходит при присваивании;
по умолчанию копируется память одного объекта в другой.
Компилятор ищет возможность выполнить операцию;
- Узнали как понять, что происходит с объектом.
 - “А что происходило бы с переменной встроенного типа?”;

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды конструкторов применяемых в C++.
2. Почему для Date не нужен деструктор и конструктор копии, а для Str нужны?
3. Почему в конструктор копии передают ссылку на объект, а не копию объекта?
4. Зачем при передаче ссылок и указателей применяется слово **const**?
5. Приведите примеры, когда копии объектов возникают без явного вызова конструктора.
6. Что в C++ методе означает слово **this**? Чем оно отличается от **this** в C#?
7. Что произойдет, если выполнить следующий код:
Str s = "abcd";
s = "1234";

Имеется соответствующий конструктор инициализации и оператор присваивания объектов Str.

Ссылки и объекты в C#*

В C# Reference Type (*Value Types* похожи на C++)
это:

- **Всегда ссылка, но !**
- Ссылка в .Net – *это самостоятельная переменная!*
- При копировании копируется ссылка, а не объект! Копирование объектов в .Net довольно сложная задача!

Ссылки и объекты в C#

Сравнение понятий

C++	C# (.Net)
<p>Ссылка не может не ссылаться на объект (это не самостоятельная переменная, а просто другое имя объекта)</p> <p>После объявления ссылки нельзя изменить объект, на который она указывает.</p>	<p>Ссылка является самостоятельной сущностью. Есть область видимости и область существования. Может никуда не ссылаться или ссылаться на разные объекты в течение времени жизни.</p>
<p>При передаче параметра по ссылке (&) передается адрес объекта, на который сослались при вызове метода. <i>Но работаем со ссылкой как с обычной переменной.</i></p>	<p>При передачи в качестве параметра ссылка копируется! Что бы передать ссылку на ссылку используется квалификатор ref.</p>
<p>О наличии ссылок на объект узнать в программе нельзя!</p>	<p>За наличием ссылок на объект следит сборщик мусора (Garbage Collector)</p>

Строки стандартной библиотеки

```
#include <iostream>
```

```
#include <string> // Появился тип string.
```

```
using namespace std;
```

```
string s;
```

```
cin >> s; // Читает слово
```

```
cout << s.length() << endl;
```

```
cout << s[0] << endl;
```

```
cout << (s + s) << endl;
```

```
...
```

Строки стандартной библиотеки и КОНСОЛЬНЫЙ ВВОД

```
getline(cin, s);    //Читает всю строку!    cin>>s
```

```
while (!cin.eof())    // Закончится по Ctrl+z
```

```
{
```

```
    cout << s.size() << ' ' << s << endl;
```

```
    cin >> s;
```

```
}
```

```
cout << "end of input" << endl;
```

```
cin.clear();    // Очистит Ctrl+z
```

```
cin >> s;    // Теперь можно снова читать cin
```

Более полно будет рассмотрено в дальнейшем, при изучении *stl*.

Контрольные вопросы

Строки и ввод с консоли

1. Опишите, чем понятие ссылки в .Net отличается от ссылки в C++.
2. Какой класс стандартной библиотеки используется для работы со строками?
3. Как прочесть слово с консоли?
4. Как прочесть с консоли строку целиком?
5. Как читать с консоли в цикле? Как завершить ввод?
6. Как продолжить ввод с консоли после ввода конца файла?