# СИМВОЛЬНИЙ ТИП. РЯДКИ СИМВОЛІВ. ФУНКЦІЇ ОПРАЦЮВАННЯ ЛІТЕРНИХ РЯДКІВ

## Символьний тип

Символами в С++ вважаються великі та малі літери, цифри, знаки арифметичних операцій, пробіл, розділові знаки та службові символи, які відповідають клавішам <Enter>,<Esc>, <Tab> тощо. *Типом символьних змінних* у С++ є тип `char`. При оголошенні змінних символьного типу в оперативній пам'яті для кожної з них виділяється по одному байту. Тобто для кодування символів використовується один байт (8 бітів), за допомогою якого можна закодувати $2^8 = 256$ різних символів.

*Значення символьних констант записують в одиничних лапках.*

## Коди символів

Для уникнення розходжень при кодуванні символів розроблено єдиний міжнародний стандарт кодів для обміну інформацією – *таблиця ASCII-кодів* (American Standard Code for Information Interchange). Перші 128 ASCII-кодів (від 0 до 127) спільні для всіх країн, а наступні 128 кодів (від 128 до 255) утворюють розширену частину ASCII-таблиці, в якій залежно від країни розміщається національний алфавіт і символи псевдографіки. В ASCII-таблиці всі символи мають власний унікальний код і є впорядкованими.

| Символ | Код |
|---|---|
| ' ' (пробіл) | 32 |
| '0'…'9' | 48…57 |
| 'A'…'Z' | 65…90 |
| 'a'…'z' | 97…122 |

Під час роботи з символами часто використовуються керуючі символи (<Esc>, <Enter>, <Tab> тощо), які не мають символьного подання, і називаються **недрукованими** (non-printed). Керуючі символи розташовані в перших 32-х кодах ASCII-таблиці. Звертатися до керуючих символів потрібно, використовуючи їхній код або ескейп- послідовність (escape). **Ескейп-послідовність** – це спеціальна комбінація символів, яка починається зі зворотної косої риски і записується в одиничних лапках.

*Основні ескейп-послідовності*

\n – переведення курсору на початок наступного рядка

\r –перехід на початок поточного рядка

\t – горизонтальна табуляція

\v – вертикальна табуляція

\b– вилучення попереднього символа

\\– зворотна коса риска

\"– подвійні лапки

\0 – завершальний символ рядка символів (нуль-символ)

*Коли символьні змінні отримують певні значення, то комп'ютер зберігає в пам'яті не самі символи, а їхні коди.* Тому, якщо символьній змінній присвоїти певне ціле число, то компілятор сприйме його як код певного символа з ASCII- таблиці. Це правило поширюється *лише на цілі числа.* Зважаючи на різні кодування розширеної частини ASCII-таблиці, для уникнення помилок при роботі з символами, потрібно використовувати їхнє символьне подання, а не коди.

Наприклад, оголошення змінних

```
char c, d = 'Y', r = 115;
 // виведення символа, що зберігається в змінній:
 cout << "Output char variable d: " << d << endl; // Результат: Y
 // виведення коду символа, що зберігається в змінній:
 cout << "\nOutput code variable d: " << (int)d << endl; // Результат: 89
 //виведення символа з кодом 115:
 cout << "\n Output code variable r: " << r << endl; // Результат: s
 // введення символа за допомогою cin:
 cout << "\nEnter char: "; cin >> c;
 int k = c;
 //виведення коду символа, введеного з клавіатури:
 cout << "Code of entered char: " << k;
```

На відміну від більшості мов програмування, в C++ дані типу char змінюються у діапазоні –128...127, причому числа 0...127 є кодами символів спільної частини ASCII-таблиці, а від'ємні числа – розширеної частини ASCII- таблиці. Наприклад, літера кирилиці 'ю' має код –2.

Крім типу char, для оголошення символьних змінних (констант) також використовують тип unsigned char (беззнаковий символьний тип), значення даних якого належать діапазону чисел 0...255. В ASCII-таблиці значення кодів літер кирилиці більші за 127, тому символьні змінні, значеннями яких є літери кирилиці, потрібно оголошувати як `unsigned char`.

При *порівнянні* символів більшим вважається той, код якого більший, тобто той символ, який у таблиці ASCII-кодів розміщений пізніше. Наприклад, справедливі такі нерівності: '5'<'A', 'B'<'C', 'C'<'c', 'c'<'z'.

Оскільки символьний тип у C++ вважається цілим типом, то змінні цього типу можна *додавати та віднімати*. Результатом додавання двох символів буде символ, код якого дорівнює сумі кодів символів-доданків, а результатом різниці – символ, код якого дорівнює різниці кодів символів зменшуваного та від'ємника.

### *Функції для роботи з символами*

Для опрацювання символьних даних використовуються стандартні бібліотеки C++ <ctype.h> та <cctype>, в яких визначені наступні функції.

| **Функція** | **Призначення** |
|---|---|
| **tolower()** | повертає символ у нижньому регістрі |
| **toupper()** | повертає символ у верхньому регістрі |
| **isalnum()** | перевіряє чи належить символ множині латинських літер та цифр (A…Z, a…z, 0…9) |
| **isalpha()** | Перевіряє чи належить символ множині латинських літер (A…Z, a…z) |
| **iscntrl()** | перевіряє чи належить символ множині керуючих символів (з кодами 0...31 та 127) |
| **isdigit()** | перевіряє чи належить символ множині цифр (0…9) |
| **isxdigit()** | перевіряє чи належить символ множині шістнадцяткових цифр (A…F, a…f, 0…9) |
| **isgraph()** | перевіряє чи належить символ множині друкованих символів, крім пробіла (isalpha(), isdigit(), ispunct()) |
| **islower()** | перевіряє чи належить символ множині латинських літер нижнього регістра (a…z) |
| **isupper()** | перевіряє чи належить символ множині латинських літер верхнього регістра (A…Z) |

Так, наприклад, для зміни великої латинської літери ***на малу*** (переведення у нижній регістр) можна додати до значення символа різницю кодів між відповідними великими і малими літерами, яка дорівнює 32:

```
char c = c + 32;
```

або використати функцію, що зменшує регістр:

```
char c = tolower(c);
```

*Розглянуті функції перевірки та зміни регістра працюють лише з латинськими літерами.*

### *Рядки символів*

На відміну від інших мов програмування, в мові С немає типу даних стрічка чи рядок. Тут рядок символів є послідовністю символів (масивом символів), який закінчується нуль-символом, тобто символом з кодом 0, що записується як керуюча послідовність '\0' і сприймається як один символ. Нуль-символ ще називають **нуль-термінальним** або **термінальним** (завершальним) символом.

Крім нуль-термінальних літерних рядків у стилі мови С, реалізованих на базі символьних масивів `char[]`, мова С++ дає змогу використовувати літерні рядки, реалізовані класом `string`.

Цей клас визначений у заголовному файлі `string`, тому для його використання необхідно вказати директиву підключення:

```
#include <string>
```

Розглянемо оголошення змінних

```
string s1("world"); // оголошує рядок s1 та ініціалізує його
 string s2(10, 'b'); // оголошує рядок s2 та ініціалізує його
 string s3(s1); // оголошує рядок s3 та ініціалізує його значенням s1
 s1 += " hello"; // до рядка s1 добавляємо С-рядок "hello"
 string s4; // оголошує порожній рядок s4
 char s[] = "word";// оголошує С-рядок s та ініціалізує його л
 s4 = 'D'; // рядку s4 присвоює символ 'D'
 string s7(s + 6, s + 10); // оголошує рядок s7 та
```

### *Введення літерних рядків string*

Як і для С-рядків, команда вводу літерного рядка `string`, яка виконується за допомогою безпосереднього використання потоку введення

```
string s;
 cin >> s;
```

приведе до того, що будь-який пробільний символ (пробіл, табуляція, перехід до нового рядка) буде сприйматися як завершення вводу. Інакше кажучи, таким способом можна ввести лише одне (перше) слово деякого речення.

Для того, щоб мати можливість ввести пробіли та символи табуляції як значущі символи (тобто, щоб ввести ціле речення), необхідно використовувати функцію getline(), яка для рядків `string` має вигляд: getline(cin, s); – організовує ввід із консолі cin у літерний рядок s, для завершення вводу слід натиснути клавішу Enter (ввести новий рядок).

### *Операції над літерними рядками string*

Літерні рядки `string` зручні у використанні. Для них визначені операції:

= – присвоєння;

+ – конкатенація;

+= – конкатенація та присвоєння.

== – порівняння на рівність;

!= – порівняння на нерівність;

< – порівняння, чи менше;

> – порівняння, чи більше;

<= – порівняння, чи менше або дорівнює;

>= – порівняння, чи більше або дорівню

Операцію + можна використовувати для конкатенації одного літерного рядка string з іншим, або літерного рядка `string` із рядком в С-стилі.

*Доступ до окремого символу рядка здійснюється за його індексом.* Індексація починається з **нуля** (тобто, номер найпершого символу дорівнює нулю).

### *Функції для роботи з літерними рядками string*

Функції опрацювання літерних рядків string зазвичай викликаються так:

```
string s;
   s.<функція>(<аргументи>);  або  <змінна> = s.<функція>(<аргументи>);
```

Тобто, для виклику функції, яка має опрацювати літерний рядок `string`, зазвичай потрібно вказати: ім'я змінної, що містить літерний рядок; крапку; ім'я відповідної функції та її аргументи. Для літерних рядків `string` (наприклад, s) визначена константа npos = -1 (або s.npos), яка представляє розмір рядка максимально можливої довжини. Якщо прототип функції закінчується ключовим словом `const`, то це означає, що ця функція не змінює літерного рядка.

length() та size() – повертають довжину (кількість символів) літерного рядка.

Функція length() збереглася від попередніх версій рядків string, а функція size() – відповідає сучасним бібліотекам С++.

Наприклад

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
     //масив символів
     char s[10] = "school";
     //виведення довжини s
     cout << strlen(s) << endl; //6
     //змінна рядкова
     string str = "university";
     //виведення довжини str
     cout << str.length() << endl; //10
     cout << str.size() << endl; //10

     return 0;
    }
```

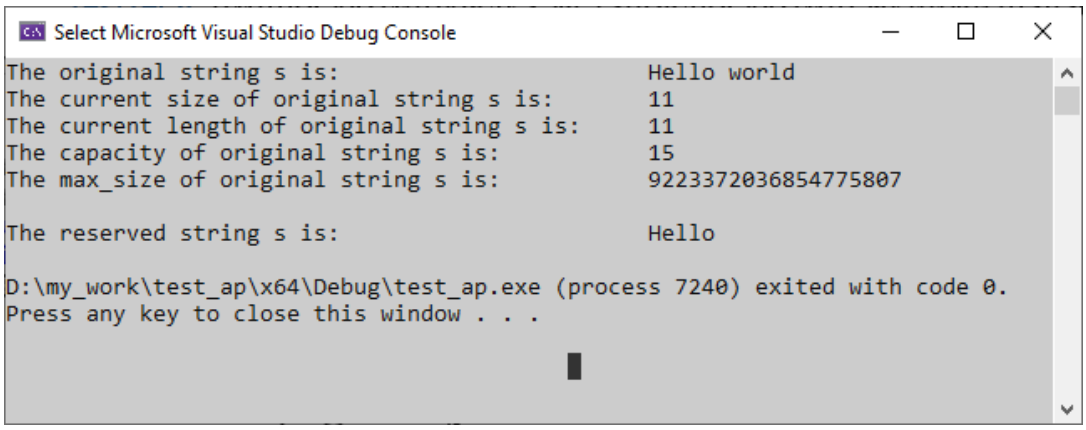

capacity() – повертає поточну ємкість рядка – кількість символів, які рядок може містити до того, коли йому доведеться дати запит на виділення додаткової пам'яті.

max_size() – повертає максимальну кількість символів, яку може містити рядок.

resize() – змінює розмір рядка: встановлює розмір, який визначається параметром num

Наприклад

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
int main()
{
 string s("Hello world");
 cout << "The original string s is: \t\t\t" << s << endl;
 // Порівнює функції size(), length(), capacity() та max_size()
 cout << "The current size of original string s is: \t"
      << s.size() << endl;
 cout << "The current length of original string s is: \t"
      << s.length() << endl;
 cout << "The capacity of original string s is: \t\t"
      << s.capacity() << endl;
 cout << "The max_size of original string s is: \t\t"
      << s.max_size() << endl << endl;
 s.erase(6, 5);
 // видалення частини рядка
 s.reserve(30);
 // після встановлення нового значення для ємкості рядка
 cout << "The reserved string s is: \t\t\t" << s << endl;
 return 0;
}
```




### *Пошук*

Є шість функцій пошуку, кожна з яких має чотири варіанти – які опрацьовують літерні рядки string, літерні рядки char[] (С-рядки char*), фрагменти літерних рядків char[] (С-рядків char*) та символи char відповідно.

find() – повертає позицію першого входження підрядка str у цьому рядку. Пошук починається з позиції pos. Якщо входження не виявлено, повертає значення -1

rfind() – повертає позицію останнього входження підрядка str у цьому рядку. Пошук починається з позиції pos. Якщо входження не виявлено, повертає значення -1.

find_first_of() – повертає позицію першого символу цього рядка, який збігається з будь-яким символом рядка str. Пошук починається з позиції pos. Якщо входження не виявлено, повертає значення -1

find_last_of() – повертає позицію останнього символу цього рядка, який збігається з будь-яким символом рядка str. Пошук починається з позиції pos. Якщо входження не виявлено, повертає значення -1.

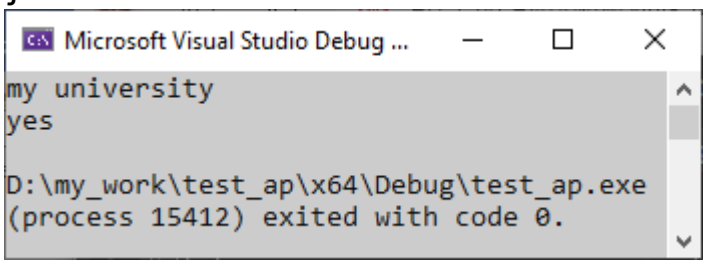
find_first_not_of – повертає позицію першого символу цього рядка, який не збігається ні з яким символом рядка str. Пошук починається з позиції pos. Якщо входження не виявлено, повертає значення -1

find_last_not_of() – повертає позицію останнього символу цього рядка, який не збігається ні з яким символом рядка str. Пошук починається з позиції pos. Якщо входження не виявлено, повертає значення -1.

Наприклад

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
 string str = "university";
 string s = "my ";
 //вставка підрядка
 cout << s.insert(3, str) << endl; // "my university"
 char ch = 't';
 // визначення чи входить символ у рядок
 if (str.find(ch) != -1)
      cout << "yes" << endl;
 else
      cout << "no" << endl;

 return 0;
}
```




Наступна програма містить реалізаціє функції, що дає змогу визначити кількість входжень деякого символа у вказаний рядок

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
//функція для визначення кількості входжень символа у рядок
int Count(const string s, const char ch);
```

```
int main()
{
 string s = "university";
 char ch = 'i';

 cout << Count(s, ch) << endl; //2
 return 0;
}
int Count(const string s, const char ch)
{
 size_t pos = 0;
 int k = 0;
 while ((pos = s.find(ch, pos)) != -1)
 {
      k++;
      pos++;
 }
 return k;
}
```

### *Порівняння*

compare() – порівнює рядок str з деяким вказаним рядком. Повертає значення: менше нуля, якщо вказаний рядок менший; нуль, якщо рядки рівні; більше нуля, якщо вказаний рядок є більшим.

Формат:

`int compare(const string& str) const;` – порівнює рядок str з цим рядком s. Повертає значення: менше нуля, якщо s < str; нуль, якщо s == str; більше нуля, якщо s > str.

`int compare(size_t pos, size_t len, const string& str) const;` – порівнює рядок str з підрядком цього рядка s. Підрядок починається з позиції pos та містить len символів.

### *Додавання*

append() – добавляє вказаний рядок (або окремий символ) у кінець потрібного рядка. Повертає модифікований рядок.

`string& append(const string& str);` – добавляє рядок str у кінець цього рядка.

`string& append(const string& str, size_t pos, size_t len);` – добавляє фрагмент рядка str у кінець цього рядка. Фрагмент рядка, що добавляється, починається з позиції pos та має довжину len символів.

`string& append(const char* str);` – добавляє С-рядок str у кінець цього рядка.

`string& append(const char* str, size_t num);` – добавляє перші num символів із С-рядка str у кінець цього рядка.

### *Вставка*

insert() – вставляє деякий підрядок у вказану позицію цього рядка. Повертає модифікований рядок.

`string& insert(size_t pos, const string& str);`– вставляє рядок str у позицію pos цього рядка.

`string& insert(size_t pos1, const string& str, size_t pos2, size_t len);`– вставляє підрядок рядка str у позицію pos1 цього рядка. Підрядок рядка str починається з позиції pos2, і містить len символів.

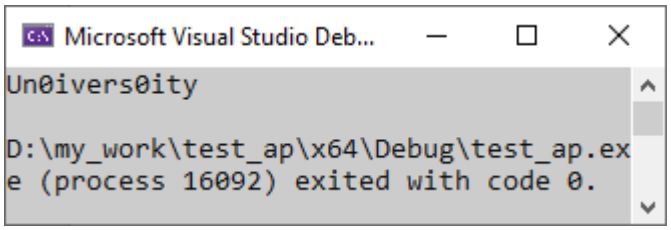
`string& insert(size_t pos, size_t len, char ch);`- вставляє len символів ch у позицію pos цього рядка.

Нижче наведено приклад практичного використання даної функції

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
//функція для вставки символа
string InsertChar(string& s, const char c1, const char c2);

int main()
{
 string str = "University";
 char c1 = 'i';
 char c2 = '0';
 cout << InsertChar(str, c1, c2) << endl;
 return 0;
}

string InsertChar(string& s, const char c1, const char c2)
{
 size_t pos = 0;
 while ((pos = s.find(c1, pos)) != -1)
 {
      s.insert(pos, 1, c2);
      pos += 2;
 }
 return s;
}
```




В заголовку циклу `while` обчислюється значення pos – номер позиції входження символу c1 у рядок **`str`** (пошук починається з позиції pos, спочатку pos = 0, тобто пошук ведеться від початку рядка **`str`**). Якщо pos != -1, то символ c1 входить у рядок **`str`** в позиції pos. Тоді в тілі циклу у рядок s вставляється один символ c2 в позицію

pos і pos збільшується на 2, – пропускаємо символи c2 та c1. Модифікований рядок присвоюється рядку `str`. Цикл виконується знову, тепер пошук ведеться починаючи з нової позиції pos, поки рядок `str` містить символи c1.

### *Видалення*

erase() – починаючи з деякої позиції, видаляє вказану кількість символів з цього рядка. Повертає модифікований рядок.

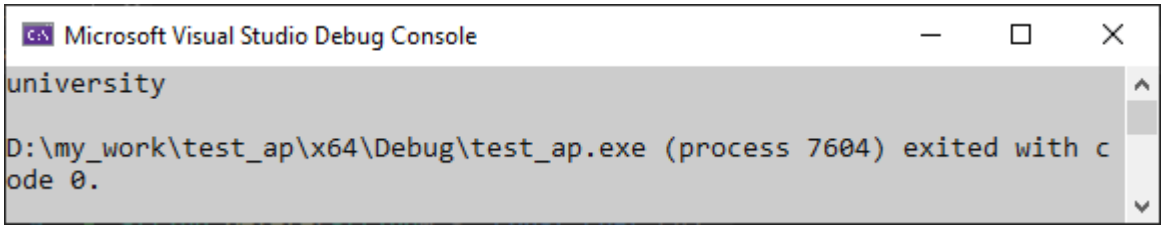
`string& erase(size_t pos = 0, size_t len = -1);` – починаючи з позиції pos, видаляє len символів з цього рядка.

Наприклад

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
//функція для видалення вказаного символу з рядка
string Delete(string& s, const char ch);

int main()
{
 string str = "university!";
 char ch = '!';

 cout << Delete(str, ch) << endl;
 return 0;
}
string Delete(string& s, const char ch)
{
 size_t pos;
 while ((pos = s.find(ch)) != -1)
      s = s.erase(pos, 1);
 return s;
}
```




### *Заміна*

replace() – замінює символи у цьому рядку, починаючи з вказаної позиції, деяким підрядком. Повертає модифікований рядок

`string& replace(size_t pos, size_t len, const string& str);` – замінює до len символів у цьому рядку, починаючи з позиції pos, рядком str.

`string& replace(size_t pos1, size_t len1, const string& str, size_t pos2, size_t len2);` - замінює до len1 символів у цьому рядку, починаючи з позиції pos1, символами (в кількості len2) рядка str, починаючи з позиції pos2.

`string& replace(size_t pos, size_t len1, size_t len2, char ch);`– замінює до len1 символів у цьому рядку, починаючи з позиції pos, символами ch (у кількості len2).

***Копіювання***

copy() – починаючи з вказаної в якості першого аргумента позиції, копіює символи із цього рядка в символьний масив, що адресується параметром. Повертає кількість скопійованих символів.

`size_t copy(char* str, size_t len, size_t pos = 0) const;` – починаючи з позиції pos, копіює len символів із цього рядка в символьний масив, що адресується параметром str.

***Виділення частини***

substr() – повертає частину рядка згідно вказаних параметрів (починаючи з деякого символа і певної довджини)

`string substr(size_t pos = 0, size_t len = -1) const;`– повертає підрядок цього рядка, що складається із len символів, починаючи з позиції pos.

***Доступ до символу у вказаній позиції***

at() – повертає символ, що міститься у цьому рядку у вказаній позиції

`char& at(size_t pos);` – повертає символ, що міститься у цьому рядку в позиції pos.

Наступні вирази – еквівалентні: s.at( i ) та s[ i ]

***Перевірка, чи рядок – порожній***

empty() – визначає чи містить вказаний рядок символи.

`bool empty() const;`– повертає true, якщо цей рядок – порожній, та false у іншому випадку.

```
if (empty(str))
cout << "Your text is empty" << endl;
else
cout << str;
```