

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМУВАННЯ ЗАСОБАМИ МОВИ C++ З ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕКИ ШАБЛОНІВ STL

У роботі проаналізовані особливості програмування засобами мови C++ з використанням бібліотеки шаблонів STL.

Ключові слова: програмування мовою C++, бібліотека шаблонів STL.

Табл. 2. Літ. 2.

**Постановка проблеми.** Стандартна бібліотека шаблонів (*Standard Template Library, STL*) — бібліотека шаблонів мови C++, що містить набір узгоджених узагальнених алгоритмів, контейнерів, засобів доступу до їхнього вмісту і різних допоміжних функцій [1,2]. Шаблони дозволяють визначати функції, що параметризуються, і класи, у яких параметрами служать не змінні, а типи. З огляду на це, заслуговує особливої уваги проблема застосування стандартної бібліотеки шаблонів у процесі програмування засобами мови C++, як така, що недостатньо досліджена вітчизняними та зарубіжними вченими.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питанням програмування мовою C++ присвячено багато праць [1,2], однак у цих роботах не приділялося достатньо уваги використанню стандартної бібліотеки шаблонів.

**Невирішені частини проблеми.** В даній роботі запропоновано один із можливих шляхів інтенсифікації процесу програмування мовою C++ - за рахунок використання бібліотеки шаблонів *STL*. На наш погляд, вирішення цієї проблеми має певне теоретичне і прикладне значення.

**Метою дослідження** є технології використання бібліотеки шаблонів *STL* з метою інтенсифікації процесу програмування мовою C++.

**Основні результати дослідження.** У бібліотеці шаблонів виділяють п'ять основних компонентів:

1. Контейнер (*container*) - зберігання набору об'єктів в пам'яті.
2. Ітератор (*iterator*) - забезпечення засобів послідовного доступу до вмісту контейнера.
3. Алгоритм (*algorithm*) - визначення обчислювальної процедури.
4. Адаптер (*adaptor*) - адаптація компонентів для забезпечення різного інтерфейсу.
5. Функціональний об'єкт (*functor*) - приховування функції в об'єкті для використання іншими компонентами.

Детальніше зупинимося на перелічених вище базових поняттях бібліотеки шаблонів, оскільки саме вони і складають ядро бібліотеки *STL*. Класи бібліотеки *STL* знаходяться у відповідних заголовкових файлах. Зокрема, клас `vector` для роботи з контейнерами, знаходиться у заголовковому файлі `vector`. Для роботи з алгоритмами у програму слід включити заголовковий файл `<algorithm>`. У разі використання вбудованих функторів, у програму включається заголовок `<functional>`. Наведемо приклади оголошення контейнерів типу `vector`.

```
vector<char> v1; //порожній контейнер-вектор;
vector<char> v2('z'); //контейнер-вектор, заповнений символом z;
vector<char> v3=v2; //контейнер-вектор, що складається з елементів
іншого
//контейнера-вектора;
char mas[]="strichka";
vector<char> v4(mas,mas+3); //контейнер-вектор, або ж стрічка "str"
```

Контейнери бібліотеки *STL* (табл. 1) займають у ній центральне місце. Їх можна розділити на чотири категорії: послідовні, асоціативні, контейнери-адаптери і псевдоконтейнери.

Таблиця 1. Контейнери бібліотеки шаблонів STL

Контейнер	Опис
<b>Послідовні контейнери</b>	
<b>vector</b>	С-подібний динамічний масив довільного доступу з автоматичною зміною розміру в процесі додавання/вилучення елементів. Елементи масиву займають неперервну частину оперативної пам'яті. Операція додавання/вилучення елемента в кінець масиву потребує часу $O(1)$ . Операція додавання/вилучення елемента на початок або в середину масиву потребує часу $O(n)$ . Існує спеціальний шаблон <b>vector</b> для типу <b>bool</b> , який вимагає менше пам'яті за рахунок зберігання даних типу <b>bool</b> у вигляді бітів.
<b>list</b>	Двозв'язний список, елементи якого на відміну від контейнера <b>vector</b> можуть зберігатися у довільних, не обов'язково неперервних, частинах оперативної пам'яті. Для даного типу контейнерів характерним є швидка вставка та вилучення елемента списку за час $O(1)$ , повільний пошук елементів і доступ до них за час $O(n)$ .
<b>deque</b>	Подібний до контейнера <b>vector</b> , але забезпечує можливість швидкої вставки і вилучення елементів, як на початок, так і в кінець масиву
<b>Асоціативні контейнери</b>	
<b>set</b>	Впорядкована множина унікальних елементів. Під час вставки/вилучення елементів множини ітератори, що вказують на елементи цієї множини, не стають недійсними. Контейнер дозволяє виконання стандартних операцій, що є характерними для множин – перетин множин, об'єднання множин, віднімання множин. Тип елементів множини повинен реалізовувати оператора порівняння <code>operator&lt;</code> , або ж потрібно надати функцію-компаратор. Контейнер реалізований на основі самобалансуючого дерева двійкового пошуку.
<b>multiset</b>	Контейнер, подібний до <b>set</b> , але дозволяє зберігати елементи, що повторюються
<b>map</b>	Впорядкований асоціативний масив пар елементів, що складаються з ключів і відповідних їм пар значень. Ключі мають бути унікальними. Порядок проходження елементів визначається ключами. При цьому тип ключа повинен реалізовувати оператора порівняння <code>operator&lt;</code> , або ж потрібно надати функцію-компаратор.
<b>multimap</b>	Подібний на контейнер <b>map</b> , але дозволяє зберігати ключі,
<b>Контейнери-адаптери</b>	
<b>stack</b>	Стек – це контейнер, у якому додавання та вилучення елементів здійснюється лише з одного кінця
<b>queue</b>	Черга – це контейнер, у якому з одного кінця можна додавати елементи, а з іншого - вилучати
<b>priority_queue</b>	Черга з пріоритетом – це контейнер, організований так, що найбільший елемент завжди стоїть на першому місці
<b>Псевдоконтейнери</b>	
<b>bitset</b>	Контейнер, що служить для зберігання бітових масок. Подібний до <b>vector &lt;bool&gt;</b> фіксованого розміру. Розмір фіксується тоді, коли оголошується об'єкт <b>bitset</b> . Ітераторів у цього контейнера немає. Оптимізований за розміром пам'яті.
<b>basic_string</b>	Контейнер, що служить для зберігання та оброблення рядків. Зберігає в пам'яті елементи підряд єдиним блоком, що дозволяє швидкий доступ до всієї послідовності.

Нижче наведена програма, яка демонструє роботу з одновимірним цілочисельним масивом за допомогою контейнера `vector`. Програма передбачає використання контейнера-вектора `vec`, запис у нього значень 1..5, виведення на друк розміру масиву і виведення значень його елементів.

```
#include <iostream>
#include <vector>
using namespace std;
void main() {
    vector <int> vec; // оголошено контейнер-вектор (масив)
    for (int i=1;i<6; i++) vec.push_back(i); // додати в масив числа
    1..5
    cout<<vec.size()<<endl; // виведення розміру масиву
```

```

for (i=0;i<vec.size(); i++) cout<<vec[i]<<" "; // друк елементів
масиву
}

```

У бібліотеці **STL** для доступу до елементів як посередник використовується узагальнена абстракція, що іменується ітератором. Ітератор – це об'єкт, який забезпечує доступ до елементів контейнера. Його можна розглядати як узагальнене поняття «вказівник на елемент». Якщо елемент має тип  $T$ , то тип ітератора буде  $T^*$ . Отже, кожен контейнер підтримує «свій» вид ітератора, який є «модернізованим» інтелектуальним вказівником, що «знає» як отримати доступ до елементів цього конкретного контейнера. Наприклад, друк елементів цілочисельного одновимірного масиву можна виконати за допомогою ітератора:

```

for (vector<char>::iterator i=vec.begin(); i !=i<vec.end(); i++)
    cout<< *i;

```

Над контейнерами можна виконувати операції, наведені в табл. 2. Як показано у цій таблиці, вектори, двосторонні черги і списки підтримують різний набір операцій.

Таблиця 2. Операції над векторами, двосторонніми чергами та списками

Операція	Функція	vector	deque	list
Додавання в кінець	push_back	+	+	+
Видалення з кінця	pop_back	+	+	+
Додавання в початок	push_front	-	+	+
Видалення з початку	pop_front	-	+	+
Додавання в будь-яке місце	insert	(+)	(+)	+
Видалення з будь-якого місця	erase	(+)	(+)	+
Відсортувати	sort	+	+	-

Плюс в дужках (+) означає, що функції **insert** і **erase**, хоча і визначені для векторів і двосторонніх черг, але час виконання для цих контейнерів набагато більший, ніж для списків. Кажуть, що їх виконання займає лінійний час для векторів і двосторонніх черг, а це означає: час їх виконання пропорційний довжині послідовності, що зберігається в контейнері. На противагу цьому, всі операції, позначені знаком + (без дужок), виконуються за постійний час, тобто час, необхідний для їх виконання, не залежить від довжини послідовності.

Засоби **STL** дозволяють зменшити кількість компонентів. Наприклад, замість написання окремої функції пошуку елемента для кожного типу контейнера забезпечується єдина версія, яка працює з кожним з них, поки дотримуються основні вимоги. Далі розглядаються алгоритми для виконання типових задач з залученням засобів **STL**.

Алгоритм **sort** для сортування елементів вектора. Цей алгоритм зчитує  $n$  елементів і додає їх в контейнер. Застосовуючи вираз `sort(a.begin(), a.end())`, виконуємо сортування елементів. Використовується два значення ітераторів в якості аргументів: `a.begin()`, який посилається на перший елемент вектора, та `a.end()`, який посилається на наступний після останнього елемента вектора.

```

vector<int> a;
int n,x;
cin>>n;
for (int i=0; i<n; i++) {
    cin>>x;
    a.push_back(x);
}
sort(a.begin(), a.end());
for (int i=0; i<n; i++) {
    cout<<a[i]<<" ";
}
cout<<endl;

```

Алгоритм **find** для знаходження потрібного значення вектора. Потрібне значення у векторі можна знайти за допомогою фрагмента

```
vector<int>::iterator pos=find(a.begin(), a.end(),x);
```

Алгоритм **copy** для копіювання елементів одного контейнера в інший. У даному випадку джерелом може бути вектор, а приймачем – список, як це показано нижче.

```
int a[4] = {10,20,30,40};  
vector<int> v(a, a+4);  
list<int> L(4);  
copy(v.begin(),v.end(), L.begin()); // Результат L: 10 20 30 40
```

Алгоритм **merge** забезпечує об'єднання двох контейнерів в один. Фрагмент, наведений нижче, об'єднує контейнери а: 2 3 8 20 25 та b: 7 9 23 28 30 33 і утворює результуючий контейнер с: 2 3 7 8 9 20 23 25 28 30 33.

```
int numbers[]={2,3,8,20,25,7,9,23,28,30,33};  
vector<int> a(numbers,numbers+5); // a: 2 3 8 20 25  
vector<int> b(numbers+5,numbers+11); // b: 7 9 23 28 30 33  
vector<int> c(a.size()+b.size());  
merge(a.begin(), a.end(), b.begin(), b.end(), c.begin());  
// Результат c: 2 3 7 8 9 20 23 25 28 30 33
```

Алгоритм **replace** дозволяє знайти суму всіх елементів послідовності в заданому контейнері і замінити їх іншим значенням.

```
char str[]="abcabcabc";  
int n=strlen(str);  
replace(str,str+n, 'b','q');  
cout<<str<<endl; //Результат aqcaqcaqc
```

Алгоритм **reverse** дозволяє легко замінити задану послідовність на обернену їй. Це реалізовано у наступному фрагменті.

```
char str[]="abcabcabc";  
int n=strlen(str);  
reverse(str,str+n);  
cout<<str<<endl; //Результат cbacbacba
```

Алгоритм **accumulate** дозволяє обчислити суму всіх елементів послідовності або ж підпослідовності. Третій аргумент задає початкове значення для процесу сумування.

```
const int N=5;  
int a[N]={4,12,3,6,10}, sum=0;  
sum=accumulate(a,a+N,0); // Результат: 35  
sum=accumulate(a,a+N,1000); // Результат: 1035
```

Алгоритм **count** дозволяє обчислити кількість елементів, що дорівнюють певному значенню.

```
char str[]="This demonsrates the Standard Template Library";  
int n=strlen(str);  
int number=count(str,str+n, 'e'); // Результат: 5
```

Насамкінець, розглянемо два шляхи розв'язання однієї і тієї ж задачі – традиційним шляхом і за допомогою бібліотеки **STL**: дано послідовність із n натуральних чисел. Необхідно підрахувати у ній кількість унікальних значень. Нижче наведено варіант розв'язку задачі без використання **STL**.

```
/* ****  
/* Рзв'язання задачі без використання бібліотеки шаблонів STL */  
/* ****  
#include <iostream.h>  
#include <conio.h>  
int main() {
```

```

clrscr();
int n, res=0, f;
cout<<" Введіть кількість членів послідовності: ";
cin>>n;
int *a=new int[n];

for (int i=0; i<n; i++) {
    cout<<" Введіть значення a["<<i<<"]: ";
    cin>>a[i];
}

for ( i=0; i<n; i++) {
    f=1;
    for (int j=0; j<i; j++)
        if (a[i] == a[j]) f=0;
    if (f) res++;
}

cout<<" Кількість унікальних значень в послідовності res="<<res<<endl;
getch();
return 0;
}

```

Результати роботи програми:

```

Введіть кількість членів послідовності: 5
Введіть значення a[0]: 1
Введіть значення a[1]: 1
Введіть значення a[2]: 2
Введіть значення a[3]: 2
Введіть значення a[4]: 3
Кількість унікальних значень в послідовності res=3

```

Далі наведено варіант розв'язку задачі з використанням *STL*.

```

/*****
/* Рзв'язання задачі з використанням бібліотеки шаблонів STL */
*****/
#include <iostream.h>
#include <algorithm.h>
#include <map>
#include <conio.h>
using namespace std;
int main() {
    clrscr();
    int n, res, x;
    map<int, bool> a;
    cout<<" Введіть кількість членів послідовності: ";
    cin>>n;

    for (int i=0; i<n; i++) {
        cout<<" Введіть значення x: ";
        cin>>x;
        a[x]=1;
    }
    res=a.size();
    cout<<" Кількість унікальних значень в послідовності res="<<res<<endl;
    getch();
    return 0;
}

```

**Висновок.** Використання бібліотеки шаблонів значно прискорює процес програмування мовою C++.

1. Бондарев В.М. Программирование на C++. -Харьков: ТОВ «Компанія СМІТ», 2004.- 567 с
2. Шилдт Г. Полный справочник по C++. -4-е издание. –М: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 786 с.