Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Кафедра 806 «Вычислительная информатика и программирование»

Факультет: «Информационные технологии и прикладная математика»

Лабораторная работа

Дисциплина: «Объектно-ориентированное программирование»

III семестр

Задание 6: «Основные работы с коллекциями: итераторы»

|  |  |
| --- | --- |
| Группа: | М8О-206Б-18, №12 |
| Студент: | Кузьмичев Александр Николаевич |
| Преподаватель: | Журавлёв Андрей Андреевич |
| Оценка: |  |
| Дата: | 22.12.2019 |

Москва, 2019

1. **Задание**

Разработать программу на языке C++ согласно варианту задания. Программа на C++ должна собираться с помощью системы сборки CMake. Программа должна получать данные из стандартного ввода и выводить данные в стандартный вывод.

Необходимо настроить сборку лабораторной работы с помощью CMake. Собранная программа должна называться oop\_exercise\_06 (в случае использования Windows oop\_exercise\_06.exe)

Необходимо зарегистрироваться на GitHub (если студент уже имеет регистрацию на GitHub то можно использовать ее) и создать репозитарий для задания лабораторной работы.

Преподавателю необходимо предъявить ссылку на публичный репозиторий на Github. Имя репозитория должно быть <https://github.com/login/oop_exercise_06>

Создать шаблон динамической коллекцию, согласно варианту задания:

1. Коллекция должна быть реализована с помощью умных указателей (std::shared\_ptr, std::weak\_ptr).

Опционально использование std::unique\_ptr;

2. В качестве параметра шаблона коллекция должна принимать тип данных;

3. Коллекция должна содержать метод доступа:

Стек – pop, push, top;

Очередь – pop, push, top;

Список,Динамический массив – доступ к элементу по оператору [];

Реализовать аллокатор, который выделяет фиксированный размер памяти (количество блоков памяти – является параметром шаблона аллокатора). Внутри аллокатор должен хранить указатель на используемый блок памяти и динамическую коллекцию указателей на свободные блоки. Динамическая коллекция должна соответствовать варианту задания (Динамический массив, Список, Стек, Очередь);

Коллекция должна использовать аллокатор для выделеления и освобождения памяти для своих элементов.

Аллокатор должен быть совместим с контейнерами std::map и std::list (опционально – vector).

Реализовать программу, которая: Позволяет вводить с клавиатуры фигуры (с типом int в качестве параметра шаблона фигуры) и добавлять в коллекцию использующую аллокатор; Позволяет удалять элемент из коллекции по номеру элемента; Выводит на экран введенные фигуры c помощью std::for\_each;

1. **Адрес репозитория на GitHub**

<https://github.com/poisoned-monkey/oop_exercise_>06

1. **Код программы на С++**

*main.cpp*

#include<iostream>  
#include<algorithm>  
#include<locale.h>  
#include"trapeze.h"  
#include"containers.h"  
#include"allocators.h"  
  
**void** Menu1() {  
 std::cout << "1. Добавить фигуру в список\n";  
 std::cout << "2. Удалить фигуру\n";  
 std::cout << "3. Вывести фигуру\n";  
 std::cout << "4. Вывести все фигуры\n";  
 std::cout << "5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...\n";  
}  
  
**void** Push() {  
 std::cout << "1. Добавить фигуру в начало списка\n";  
 std::cout << "2. Добавить фигуру в конец списка\n";  
 std::cout << "3. Добавить фигуру по индексу\n";  
}  
  
**void** Delete() {  
 std::cout << "1. Удалить фигуру в начале списка\n";  
 std::cout << "2. Удалить фигуру в конце списка\n";  
 std::cout << "3. Удалить фигуру по индексу\n";  
}  
  
**void** Print() {  
 std::cout << "1. Вывести первую фигуру в списке\n";  
 std::cout << "2. Вывести последнюю фигуру в списке\n";  
 std::cout << "3. Вывести фигуру по индексу\n";  
}  
  
**int** main() {  
 std::cout<<**sizeof**(Trapeze<**int**>)<<std::endl;  
 setlocale(LC\_ALL, "rus");  
 containers::list<Trapeze<**int**>, allocators::my\_allocator<Trapeze<**int**>, 500>> MyList;  
 Trapeze<**int**> TempTrapeze;  
 **while** (**true**) {  
 Menu1();  
 **int** n, m, ind;  
 **double** s;  
 std::cin >> n;  
 **switch** (n) {  
 **case** 1:  
 TempTrapeze.read(std::cin);  
 Push();  
 std::cin >> m;  
 **switch** (m) {  
 **case** 1:  
 MyList.push\_front(TempTrapeze);  
 **break**;  
 **case** 2:  
 MyList.push\_back(TempTrapeze);  
 **break**;  
 **case** 3:  
 std::cin >> ind;  
 MyList.insert\_by\_number(ind, TempTrapeze);  
 **default**:  
 **break**;  
 }  
 **break**;  
 **case** 2:  
 Delete();  
 std::cin >> m;  
 **switch** (m) {  
 **case** 1:  
 MyList.pop\_front();  
 **break**;  
 **case** 2:  
 MyList.pop\_back();  
 **break**;  
 **case** 3:  
 std::cin >> ind;  
 MyList.delete\_by\_number(ind);  
 **break**;  
 **default**:  
 **break**;  
 }  
 **break**;  
 **case** 3:  
 Print();  
 std::cin >> m;  
 **switch** (m) {  
 **case** 1:  
 MyList.front().print(std::cout);  
 std::cout << std::endl;  
 **break**;  
 **case** 2:  
 MyList.back().print(std::cout);  
 std::cout << std::endl;  
 **break**;  
 **case** 3:  
 std::cin >> ind;  
 MyList[ind].print(std::cout);  
 std::cout << std::endl;  
 **break**;  
 **default**:  
 **break**;  
 }  
 **break**;  
 **case** 4:  
 std::for\_each(MyList.begin(), MyList.end(), [](Trapeze<**int**> &X) { X.print(std::cout); std::cout << std::endl; });  
 **break**;  
 **case** 5:  
 std::cin >> s;  
 std::cout << std::count\_if(MyList.begin(), MyList.end(), [=](Trapeze<**int**>& X) {**return** X.square() > s; }) << std::endl;  
 **break**;  
 **default**:  
 **return** 0;  
 }  
 }  
 system("pause");  
 **return** 0;  
}

*vertex.h*

#pragma once  
#include<iostream>  
#include<cmath>  
**template**<**class** T>  
**class** Vertex {  
**public**:  
 T x, y;  
};  
  
**template**<**class** T>  
std::istream& **operator**>>(std::istream& is, Vertex<T>& point) {  
 is >> point.x >> point.y;  
 **return** is;  
}  
  
**template**<**class** T>  
std::ostream& **operator**<<(std::ostream& os, Vertex<T> point) {  
 os <<'['<< point.x << ", " << point.y<<']';  
 **return** os;  
}  
  
**template**<**class** T>  
Vertex<T> **operator**+(**const** Vertex<T>& a, **const** Vertex<T>& b) {  
 Vertex<T> res;  
 res.x = a.x + b.x;  
 res.y = a.y + b.y;  
 **return** res;  
}  
  
**template**<**class** T>  
Vertex<T> **operator**+=(Vertex<T> &a, **const** Vertex<T> &b) {  
 a.x += b.x;  
 a.y += b.y;  
 **return** a;  
}  
  
**template**<**class** T>  
**double** distance(**const** Vertex<T> &a, **const** Vertex<T>& b) {  
 **return** sqrt(pow(a.x - b.x, 2) + pow(a.y - b.y, 2));  
}

*trapeze.h*

#pragma once  
#include"vertex.h"  
**template** <**class** T>  
**class** Trapeze {  
**private**:  
 Vertex<T> Vertexs[4];  
**public**:  
 **using** vertex\_type = Vertex<T>;  
 Trapeze();  
 Trapeze(std::istream& in);  
 **void** read(std::istream& in);  
 Vertex<T> center() **const**;  
 **double** square() **const**;  
 **void** print(std::ostream& os) **const**;  
 **friend** std::ostream& **operator**<< (std::ostream &out, **const** Trapeze<T> &point);  
 **friend** std::ostream& **operator**>> (std::istream &in, **const** Trapeze<T> &point);  
};  
  
**template**<**class** T> Trapeze<T>::Trapeze() {}  
  
**template**<**class** T> Trapeze<T>::Trapeze(std::istream& in) {  
 **for** (**int** i = 0; i < 4; i++)  
 in >> Vertexs[i];  
}  
**template**<**class** T> **double** Trapeze<T>::square() **const** {  
 **double** Area = 0;  
 **for** (**int** i = 0; i < 4; i++) {  
 Area += (Vertexs[i].x) \* (Vertexs[(i + 1) % 4].y) - (Vertexs[(i + 1) % 4].x)\*(Vertexs[i].y);  
 }  
 Area \*= 0.5;  
 **return** abs(Area);  
}  
  
**template**<**class** T> **void** Trapeze<T>::print(std::ostream& os) **const** {  
 os << "Trapeze: ";  
 **for** (**int** i = 0; i < 4; i++)  
 os << Vertexs[i] << ' ';  
 os << '\n';  
}  
  
  
**template**<**class** T> Vertex<T> Trapeze<T>::center() **const** {  
 Vertex<T> res = Vertex<T>();  
 **for** (**int** i = 0; i < 4; i++)  
 res += Vertexs[i];  
 **return** res / 4;  
}  
  
**template** <**class** T> **void** Trapeze<T>::read(std::istream& in) {  
 Trapeze<T> res = Trapeze(in);  
 \***this** = res;  
}  
  
**template**<**class** T>  
std::ostream& **operator**<< (std::ostream &out, **const** Trapeze<T> &point) {  
 out << "Trapeze: ";  
 **for** (**int** i = 0; i < 4; i++)  
 out << point.Vertexs[i] << ' ';  
 out << '\n';  
}  
  
**template**<**class** T>  
std::ostream& **operator**>> (std::istream &in, **const** Trapeze<T> &point){  
 **for** (**int** i = 0; i < 4; i++)  
 in >> point.Vertexs[i];  
}

*list.h*

#pragma once  
#include <iterator>  
#include <memory>  
  
  
**namespace** containers {  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator = std::allocator<T>>  
 **class** list {  
 **private**:  
 **struct** element;  
 size\_t size = 0;  
 **public**:  
 list() = **default**;  
  
 **class** forward\_iterator {  
 **public**:  
 **using** value\_type = T;  
 **using** reference = value\_type& ;  
 **using** pointer = value\_type\* ;  
 **using** difference\_type = std::ptrdiff\_t;  
 **using** iterator\_category = std::forward\_iterator\_tag;  
 **explicit** forward\_iterator(element\* ptr);  
 T& **operator**\*();  
 forward\_iterator& **operator**++();  
 forward\_iterator **operator**++(**int**);  
 **bool operator**== (**const** forward\_iterator& other) **const**;  
 **bool operator**!= (**const** forward\_iterator& other) **const**;  
 **private**:  
 element\* it\_ptr;  
 **friend** list;  
 };  
  
 forward\_iterator begin();  
 forward\_iterator **end**();  
 **void** push\_back(**const** T& value);  
 **void** push\_front(**const** T& value);  
 T& front();  
 T& back();  
 **void** pop\_back();  
 **void** pop\_front();  
 size\_t length();  
 **bool** empty();  
 **void** delete\_by\_it(forward\_iterator d\_it);  
 **void** delete\_by\_number(size\_t N);  
 **void** insert\_by\_it(forward\_iterator ins\_it, T& value);  
 **void** insert\_by\_number(size\_t N, T& value);  
 list& **operator**=(list& other);  
 T& **operator**[](size\_t index);  
 **private**:  
 **using** allocator\_type = **typename** Allocator::**template** rebind<element>::other;  
  
 **struct** deleter {  
 **private**:  
 allocator\_type\* allocator\_;  
 **public**:  
 deleter(allocator\_type\* allocator) : allocator\_(allocator) {}  
  
 **void operator**() (element\* ptr) {  
 **if** (ptr != **nullptr**) {  
 std::allocator\_traits<allocator\_type>::destroy(\*allocator\_, ptr);  
 allocator\_->*deallocate*(ptr, 1);  
 }  
 }  
  
 };  
  
 **using** unique\_ptr = std::unique\_ptr<element, deleter>;  
 **struct** element {  
 T value;  
 unique\_ptr next\_element = { **nullptr**, deleter{**nullptr**} };  
 element\* prev\_element = **nullptr**;  
 element(**const** T& value\_) : value(value\_) {}  
 forward\_iterator next();  
 };  
  
 allocator\_type allocator\_{};  
 unique\_ptr first{ **nullptr**, deleter{**nullptr**} };  
 element\* tail = **nullptr**;  
 };  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **typename** list<T, Allocator>::forward\_iterator list<T, Allocator>::begin() {  
 **return** forward\_iterator(first.get());  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **typename** list<T, Allocator>::forward\_iterator list<T, Allocator>::**end**() {  
 **return** forward\_iterator(**nullptr**);  
 }  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 size\_t list<T, Allocator>::length() {  
 **return** size;  
 }  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **bool** list<T, Allocator>::empty() {  
 **return** length() == 0;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::push\_back(**const** T& value) {  
 element\* result = **this**->allocator\_.*allocate*(1);  
 std::allocator\_traits<allocator\_type>::construct(**this**->allocator\_, result, value);  
 **if** (!size) {  
 first = unique\_ptr(result, deleter{ &**this**->allocator\_ });  
 tail = first.get();  
 size++;  
 **return**;  
 }  
 tail->next\_element = unique\_ptr(result, deleter{ &**this**->allocator\_ });  
 element\* temp = tail;  
 tail = tail->next\_element.get();  
 tail->prev\_element = temp;  
 size++;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::push\_front(**const** T& value) {  
 size++;  
 element\* result = **this**->allocator\_.*allocate*(1);  
 std::allocator\_traits<allocator\_type>::construct(**this**->allocator\_, result, value);  
 unique\_ptr tmp = std::move(first);  
 first = unique\_ptr(result, deleter{ &**this**->allocator\_ });  
 first->next\_element = std::move(tmp);  
 **if**(first->next\_element != **nullptr**)  
 first->next\_element->prev\_element = first.get();  
 **if** (size == 1) {  
 tail = first.get();  
 }  
 **if** (size == 2) {  
 tail = first->next\_element.get();  
 }  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::pop\_front() {  
 **if** (size == 0) {  
 **throw** std::logic\_error("can`t pop from empty list");  
 }  
 **if** (size == 1) {  
 first = **nullptr**;  
 tail = **nullptr**;  
 size--;  
 **return**;  
 }  
 unique\_ptr tmp = std::move(first->next\_element);  
 first = std::move(tmp);  
 first->prev\_element = **nullptr**;  
 size--;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::pop\_back() {  
 **if** (size == 0) {  
 **throw** std::logic\_error("can`t pop from empty list");  
 }  
 **if** (tail->prev\_element){  
 element\* tmp = tail->prev\_element;  
 tail->prev\_element->next\_element = **nullptr**;  
 tail = tmp;  
 }  
 **else**{  
 first = **nullptr**;  
 tail = **nullptr**;  
 }  
 size--;  
 }  
  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 T& list<T, Allocator>::front() {  
 **if** (size == 0) {  
 **throw** std::logic\_error("list is empty");  
 }  
 **return** first->value;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 T& list<T, Allocator>::back() {  
 **if** (size == 0) {  
 **throw** std::logic\_error("list is empty");  
 }  
 forward\_iterator i = **this**->begin();  
 **while** ( i.it\_ptr->next() != **this**->**end**()) {  
 i++;  
 }  
 **return** \*i;  
 }  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 list<T,Allocator>& list<T, Allocator>::**operator**=(list<T, Allocator>& other) {  
 size = other.size;  
 first = std::move(other.first);  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::delete\_by\_it(containers::list<T, Allocator>::forward\_iterator d\_it) {  
 forward\_iterator i = **this**->begin(), **end** = **this**->**end**();  
 **if** (d\_it == **end**) **throw** std::logic\_error("out of borders");  
 **if** (d\_it == **this**->begin()) {  
 **this**->pop\_front();  
 **return**;  
 }  
 **if** (d\_it.it\_ptr == tail) {  
 **this**->pop\_back();  
 **return**;  
 }  
  
 **if** (d\_it.it\_ptr == **nullptr**) **throw** std::logic\_error("out of broders");  
 **auto** temp = d\_it.it\_ptr->prev\_element;  
 unique\_ptr temp1 = std::move(d\_it.it\_ptr->next\_element);  
 d\_it.it\_ptr->prev\_element->next\_element = std::move(temp1);  
 d\_it.it\_ptr = d\_it.it\_ptr->prev\_element;  
 d\_it.it\_ptr->next\_element->prev\_element = temp;  
  
 size--;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::delete\_by\_number(size\_t N) {  
 forward\_iterator it = **this**->begin();  
 **for** (size\_t i = 0; i < N; ++i) {  
 ++it;  
 }  
 **this**->delete\_by\_it(it);  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::insert\_by\_it(containers::list<T, Allocator>::forward\_iterator ins\_it, T& value) {  
 element\* tmp = **this**->allocator\_.*allocate*(1);  
 std::allocator\_traits<allocator\_type>::construct(**this**->allocator\_, tmp, value);  
  
 forward\_iterator i = **this**->begin();  
 **if** (ins\_it == **this**->begin()) {  
 **this**->push\_front(value);  
 **return**;  
 }  
 **if**(ins\_it.it\_ptr == **nullptr**){  
 **this**->push\_back(value);  
 **return**;  
 }  
  
 tmp->prev\_element = ins\_it.it\_ptr->prev\_element;  
 ins\_it.it\_ptr->prev\_element = tmp;  
 tmp->next\_element = unique\_ptr(ins\_it.it\_ptr, deleter{ &**this**->allocator\_ });  
 tmp->prev\_element->next\_element = unique\_ptr(tmp, deleter{ &**this**->allocator\_ });  
  
 size++;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **void** list<T, Allocator>::insert\_by\_number(size\_t N, T& value) {  
 forward\_iterator it = **this**->begin();  
 **if** (N >= **this**->length())  
 it = **this**->**end**();  
 **else  
 for** (size\_t i = 0; i < N; ++i) {  
 ++it;  
 }  
 **this**->insert\_by\_it(it, value);  
 }  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **typename** list<T,Allocator>::forward\_iterator list<T, Allocator>::element::next() {  
 **return** forward\_iterator(**this**->next\_element.get());  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 list<T, Allocator>::forward\_iterator::forward\_iterator(containers::list<T, Allocator>::element \*ptr) {  
 it\_ptr = ptr;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 T& list<T, Allocator>::forward\_iterator::**operator**\*() {  
 **return this**->it\_ptr->value;  
 }  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 T& list<T, Allocator>::**operator**[](size\_t index) {  
 **if** (index < 0 || index >= size) {  
 **throw** std::out\_of\_range("out of list's borders");  
 }  
 forward\_iterator it = **this**->begin();  
 **for** (size\_t i = 0; i < index; i++) {  
 it++;  
 }  
 **return** \*it;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **typename** list<T, Allocator>::forward\_iterator& list<T, Allocator>::forward\_iterator::**operator**++() {  
 **if** (it\_ptr == **nullptr**) **throw** std::logic\_error("out of list borders");  
 \***this** = it\_ptr->next();  
 **return** \***this**;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **typename** list<T, Allocator>::forward\_iterator list<T, Allocator>::forward\_iterator::**operator**++(**int**) {  
 forward\_iterator old = \***this**;  
 ++\***this**;  
 **return** old;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **bool** list<T, Allocator>::forward\_iterator::**operator**==(**const** forward\_iterator& other) **const** {  
 **return** it\_ptr == other.it\_ptr;  
 }  
  
 **template**<**class** T, **class** Allocator>  
 **bool** list<T, Allocator>::forward\_iterator::**operator**!=(**const** forward\_iterator& other) **const** {  
 **return** it\_ptr != other.it\_ptr;  
 }  
}

*allocator.h*

#pragma once  
  
#include <cstdlib>  
#include <iostream>  
#include <type\_traits>  
#include <queue>  
  
**namespace** allocators {  
  
 **template**<**class** T, size\_t ALLOC\_SIZE>//ALLOC\_SIZE - размер, который требуется выделить  
 **struct** my\_allocator {  
  
 **private**:  
 **char**\* pool\_begin; //указатель на начало хранилища  
 **char**\* pool\_end;//указатель на конец хранилища  
 **char**\* pool\_tail;//указатель на конец заполненного пространства  
 std::queue<**char**\*> free\_blocks;  
 **public**:  
 **using** value\_type = T;  
 **using** size\_type = std::size\_t;  
 **using** difference\_type = std::ptrdiff\_t;  
 **using** is\_always\_equal = std::false\_type;  
  
 **template**<**class** U>  
 **struct** rebind {  
 **using** other = my\_allocator<U, *ALLOC\_SIZE*>;  
 };  
  
 my\_allocator() :  
 pool\_begin(**new char**[*ALLOC\_SIZE*]),  
 pool\_end(pool\_begin + *ALLOC\_SIZE*),  
 pool\_tail(pool\_begin)  
 {}  
  
 my\_allocator(**const** my\_allocator&) = **delete**;  
 my\_allocator(my\_allocator&&) = **delete**;  
  
 ~my\_allocator() {  
 **delete**[] pool\_begin;  
 }  
  
 T\* allocate(std::size\_t n);  
 **void** deallocate(T\* ptr, std::size\_t n);  
  
 };  
  
 **template**<**class** T, size\_t *ALLOC\_SIZE*>  
 T\* my\_allocator<T, *ALLOC\_SIZE*>::allocate(std::size\_t n) {  
 **if** (n != 1) {  
 **throw** std::logic\_error("can`t allocate arrays");  
 }  
 **if** (size\_t(pool\_end - pool\_tail) < **sizeof**(T)) {  
 **if** (free\_blocks.size()) {//ищем свободное место в райне отданном пространстве  
 **char**\* ptr = free\_blocks.front();  
 free\_blocks.pop();  
 **return reinterpret\_cast**<T\*>(ptr);  
 }  
 std::cout<<"Bad Alloc"<<std::endl;  
 **throw** std::bad\_alloc();  
 }  
 T\* result = **reinterpret\_cast**<T\*>(pool\_tail);//приведение к типу  
 pool\_tail += **sizeof**(T);  
 **return** result;  
 }  
  
 **template**<**class** T, size\_t ALLOC\_SIZE>  
 **void** my\_allocator<T, ALLOC\_SIZE>::deallocate(T\* ptr, std::size\_t n) {  
 **if** (n != 1) {  
 **throw** std::logic\_error("can`t allocate arrays, thus can`t deallocate them too");  
 }  
 **if** (ptr == **nullptr**) {  
 **return**;  
 }  
 free\_blocks.push(**reinterpret\_cast**<**char**\*>(ptr));  
 }  
  
}

*quenue.h*

#pragma once  
  
#include <memory>  
  
#include "allocators.h"  
  
**namespace** oop  
{  
 **template**<**typename** Q>  
 **class** queue\_forward\_iterator  
 {  
  
 };  
  
 **template** <**typename** T, **typename** TBaseAllocator = std::allocator<T>>  
 **class** queue  
 {  
  
 **struct** node;  
  
 **using** allocator = **typename** std::allocator\_traits<TBaseAllocator>::**template** rebind\_alloc<node>;  
  
  
 **struct** deleter  
 {  
 **explicit** deleter(allocator& al) **noexcept** : al\_(al)  
 {}  
  
 **void operator**()(node\* ptr)  
 {  
 std::allocator\_traits<allocator>::destroy(al\_, ptr);  
 al\_.*deallocate*(ptr, 1);  
 }  
  
 **private**:  
 allocator& al\_;  
 };  
  
  
 **struct** node  
 {  
 T value;  
 std::shared\_ptr<node> next;  
  
 **explicit** node(**const** T& v, deleter& d) **noexcept** : value(v)  
 , next(**nullptr**, d)  
 {}  
 };  
  
 **public**:  
 queue()  
 : deleter\_(al\_)  
 , first\_(**nullptr**, deleter\_)  
 , last\_(**nullptr**)  
 , size\_(0)  
 {}  
  
 **void** pop()  
 {  
 **if** (first\_)  
 {  
 first\_ = std::move(first\_->next);  
 }  
  
 --size\_;  
 }  
  
 **void** push(**const** T& v)  
 {  
 node\* obj = al\_.*allocate*(1);  
 std::allocator\_traits<allocator>::construct(al\_, obj, v, deleter\_);  
 **if** (last\_)  
 {  
 last\_->next.reset(obj);  
 }  
 **else** {  
 first\_.reset(obj);  
 }  
 last\_ = obj;  
  
 ++size\_;  
 }  
  
 [[nodiscard]] T& top()  
 {  
 **return** first\_->value;  
 }  
  
 [[nodiscard]] size\_t size() **const noexcept** {  
 **return** size\_;  
 }  
  
 **private**:  
 allocator al\_;  
 deleter deleter\_;  
  
 std::shared\_ptr<node> first\_;  
 node\* last\_;  
 size\_t size\_;  
  
 **friend struct** node;  
 };  
}

1. **Результаты выполнения тестов**

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

1

1 0

0 0

0 0

0 0

1. Добавить фигуру в начало списка

2. Добавить фигуру в конец списка

3. Добавить фигуру по индексу

1

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

1

2 0

0 0

0 0

0 0

1. Добавить фигуру в начало списка

2. Добавить фигуру в конец списка

3. Добавить фигуру по индексу

2

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

1

1 2

2 3

3 4

5 0

1. Добавить фигуру в начало списка

2. Добавить фигуру в конец списка

3. Добавить фигуру по индексу

3

1

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

4

Trapeze: [1, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

Trapeze: [1, 2] [2, 3] [3, 4] [5, 0]

Trapeze: [2, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

1

3 0

0 0

0 0

0 0

1. Добавить фигуру в начало списка

2. Добавить фигуру в конец списка

3. Добавить фигуру по индексу

2

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

4

Trapeze: [1, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

Trapeze: [1, 2] [2, 3] [3, 4] [5, 0]

Trapeze: [2, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

Trapeze: [3, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

5

0

1

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

2

1. Удалить фигуру в начале списка

2. Удалить фигуру в конце списка

3. Удалить фигуру по индексу

1

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

2

1. Удалить фигуру в начале списка

2. Удалить фигуру в конце списка

3. Удалить фигуру по индексу

2

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

2

1. Удалить фигуру в начале списка

2. Удалить фигуру в конце списка

3. Удалить фигуру по индексу

31

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

4

Trapeze: [1, 2] [2, 3] [3, 4] [5, 0]

Trapeze: [2, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

Trapeze: [3, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

2

1. Удалить фигуру в начале списка

2. Удалить фигуру в конце списка

3. Удалить фигуру по индексу

3

1

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

4

Trapeze: [1, 2] [2, 3] [3, 4] [5, 0]

Trapeze: [2, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

Trapeze: [3, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

2

1. Удалить фигуру в начале списка

2. Удалить фигуру в конце списка

3. Удалить фигуру по индексу

1

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

4

Trapeze: [2, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

Trapeze: [3, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

2

1. Удалить фигуру в начале списка

2. Удалить фигуру в конце списка

3. Удалить фигуру по индексу

3

1

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

4

Trapeze: [3, 0] [0, 0] [0, 0] [0, 0]

1. Добавить фигуру в список

2. Удалить фигуру

3. Вывести фигуру

4. Вывести все фигуры

5. Вывести кол-во фигур чья площаль больше чем ...

1. **Объяснение результатов работы программы**

Программа выводит меню со всеми применимыми к фигурам функциями – вставкой, удалением и выводом фигур из трех различных мест, а также подсчетом фигур с площадью большей чем заданное число. Функционально программа не изменилась, однако для реализованного ранее списка был написан аллокатор, который более грамотно распоряжается памятью, отведенной для хранения списка фигур.

1. **Вывод**

С помощью пользовательских аллокаторов программист может более эффективно распоряжаться отданной для хранения фигур памятью, сам следить за процессом выделения и очистки памяти, конструирования и деконструирования объектов.