

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6
по курсу объектно-ориентированное программирование I семестр, 2021/22
уч. год

Студент: Сафонникова Анна Романовна, группа М8О-207Б-20

Преподаватель: Дорохов Евгений Павлович

Условие

Вариант 22: N-Дерево (пятиугольник).

Необходимо спроектировать и запрограммировать на языке C++ класс-контейнер первого уровня, содержащий одну фигуру (колонка фигура 1), согласно вариантам задания. Классы должны удовлетворять следующим правилам:

1. Требования к классу фигуры аналогичны требованиям из лабораторной работы №1.
2. Требования к классу контейнера аналогичны требованиям из лабораторной работы №2.
3. Класс-контейнер должен содержать объекты используя `template<...>`.
4. Классы должны быть расположены в отдельных файлах: отдельно заголовки (.h), отдельно описание методов (.cpp).

Нельзя использовать:

- Стандартные контейнеры `std`.

Программа должна позволять:

- ▷ Вводить произвольное количество фигур и добавлять их в контейнер.
- ▷ Распечатывать содержимое контейнера.
- ▷ Удалять фигуры из контейнера.

Описание программы

Исходный код лежит в следующих файлах:

1. `main.cpp`: основная программа
2. `figure.h`: родительский класс-интерфейс для 5-угольника
3. `point.h`: описание класса точки
4. `pentagon.h`: описание класса 5-угольника, наследующегося от `figure`
5. `TNaryTree.h`: структура общего дерева
6. `TNaryTree_item.h`: структура элемента дерева
7. `point.cpp`: реализация класса точки
8. `pentagon.cpp`: реализация класса 5-угольника, наследующегося от `figure`

9. TNaryTree.cpp: реализация общего дерева
10. TNaryTree_item.cpp: реализация элемента дерева
11. templates.cpp: правильное подключение шаблонов класса

Дневник отладки

Ошибок не было.

Недочёты

Недочётов не заметила.

Вывод

Благодаря данной лабораторной работе я познакомилась с таким инструментом для написания контейнеров, как шаблоны классов, и применила его на практике. Думаю, мне пригодятся данные навыки в будущем, так как благодаря им упрощается написание кода для структур, функций и классов.

Исходный код

main.cpp

```
#include <iostream>
#include "pentagon.h"
#include "TNaryTree.h"

int main() {
    TNaryTree<Pentagon> t(5);
    t.Update(std::shared_ptr<Pentagon>(new Pentagon(Point(0,0), Point(0,1),
    Point(1,2), Point(2,1), Point(2,0))), "");
    t.Update(std::shared_ptr<Pentagon>(new Pentagon(Point(0,0), Point(0,4),
    Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0))), "b");
    t.Update(std::shared_ptr<Pentagon>(new Pentagon(Point(0,0), Point(0,4),
    Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0))), "bb");
    t.Update(std::shared_ptr<Pentagon>(new Pentagon(Point(0,0), Point(0,4),
    Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0))), "bbc");
    t.Update(std::shared_ptr<Pentagon>(new Pentagon(Point(0,0), Point(0,4),
    Point(4,5), Point(5,4), Point(5,0))), "c");
    std::cout << t.size() << "\n";
    std::cout << t.Area("") << "\n";
    std::cout << t.size() << "\n";
    t.GetItem("").Print(std::cout);
    TNaryTree<Pentagon> q(t);
    std::cout << q.size() << " " << q.Area("") << "\n";
    std::cout << t << '\n' << q;
    t.RemoveSubTree("");
    std::cout << t.Area("") << "\n";
}
```

figure.h

```
#ifndef FIGURE_H
#define FIGURE_H

#include "point.h"

class Figure {
public:
    virtual size_t VertexesNumber() = 0;
    virtual double Area() = 0;
    virtual void Print(std::ostream& os) = 0;
};
```

```

        ~Figure() {};
};

```

```

#endif

```

point.h

```

#ifndef POINT_H

```

```

#define POINT_H

```

```

#include <iostream>

```

```

class Point {

```

```

    public:

```

```

        Point();

```

```

        Point(std::istream &is);

```

```

        Point(double x, double y);

```

```

        double dist(Point& other);

```

```

        double X();

```

```

        double Y();

```

```

        friend std::istream& operator>>(std::istream& is, Point& p);

```

```

        friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, Point& p);

```

```

    private:

```

```

        double x_;

```

```

        double y_;

```

```

};

```

```

#endif // POINT_H

```

point.cpp

```

#include "point.h"

```

```

#include <cmath>

```

```

Point::Point() : x_(0.0), y_(0.0) {}

```

```

Point::Point(double x, double y) : x_(x), y_(y) {}

```

```

Point::Point(std::istream &is) {

```

```

    is >> x_ >> y_;

```

```

}

```

```

double Point::dist(Point& other) {
    double dx = (other.x_ - x_);
    double dy = (other.y_ - y_);
    return std::sqrt(dx*dx + dy*dy);
}

double Point::X(){
    return x_;
};

double Point::Y(){
    return y_;
};

std::istream& operator>>(std::istream& is, Point& p) {
    is >> p.x_ >> p.y_;
    return is;
}

std::ostream& operator<<(std::ostream& os, Point& p) {
    os << "(" << p.x_ << ", " << p.y_ << ")";
    return os;
}

```

pentagon.h

```

#ifndef PENTAGON_H
#define PENTAGON_H

#include <iostream>

#include "figure.h"

class Pentagon : public Figure {
private:
    Point t1;
    Point t2;
    Point t3;
    Point t4;
    Point t5;

```

```

public:
    Pentagon();
    Pentagon(Point t1,Point t2,Point t3,Point t4,Point t5);
    Pentagon(const Pentagon &pentagon);
    Pentagon(std::istream &is);
    size_t VertexesNumber();
    double Area();
    void Print(std::ostream &os);
    static double Heron(Point, Point, Point);

};

```

```

#endif // PENTAGON_H

```

pentagon.cpp

```

#include "pentagon.h"

#include <iostream>
#include <cmath>

Pentagon::Pentagon()
    : t1(0, 0), t2(0, 0), t3(0, 0), t4(0, 0),
      t5(0, 0) {}

Pentagon::Pentagon(const Pentagon &pentagon) {
    this->t1 = pentagon.t1;
    this->t2 = pentagon.t2;
    this->t3 = pentagon.t3;
    this->t4 = pentagon.t4;
    this->t5 = pentagon.t5;
}

Pentagon::Pentagon(Point t1_,Point t2_,Point t3_,Point t4_,Point t5_):
    t1(t1_), t2(t3_), t3(t3_), t4(t4_), t5(t5_){}

Pentagon::Pentagon(std::istream &is) {
    is >> t1 >> t2 >> t3 >> t4 >> t5;
}

size_t Pentagon::VertexesNumber() {
    return 5;
}

```

```

double Pentagon::Heron(Point A, Point B, Point C) {
    double AB = A.dist(B);
    double BC = B.dist(C);
    double AC = A.dist(C);
    double p = (AB + BC + AC) / 2;
    return sqrt(p * (p - AB) * (p - BC) * (p - AC));
}

double Pentagon::Area() {
    double area1 = Heron(t1, t2, t3);
    double area2 = Heron(t1, t4, t3);
    double area3 = Heron(t1, t4, t5);
    return area1 + area2 + area3;
}

void Pentagon::Print(std::ostream &os) {
    std::cout << "Pentagon: " << t1 << " " << t2 << " " << t3 << " " << t4
        << " " << t5 << " " << "\n";
}

```

TNaryTree.h

```

#ifndef TNARYTREE_H
#define TNARYTREE_H

#include <memory>
#include "TNaryTree_item.h"
#include "pentagon.h"

// std::shared_ptr<>
template<class T>
class TNaryTree {
public:
    TNaryTree(int n);
    TNaryTree(const TNaryTree& other);
    std::invalid_argument
    void Update(std::shared_ptr<T> polygon, std::string &&tree_path = "");
    void RemoveSubTree(std::string &&tree_path = "");
    bool Empty();
    double Area(std::string &&tree_path);
    int size();
}

```



```

        T GetItem(const std::string&& tree_path="");
        template<typename Y>
        friend std::ostream& operator<<(std::ostream& os, const TNaryTree<Y>& tree);
        virtual ~TNaryTree();
    private:
        int curr_number;
        int max_number;
        std::shared_ptr<Item<T>> root;
};

#endif

```

TNaryTree.cpp

```

#include "TNaryTree.h"
#include <string>
#include <stdexcept>

template<class T>
TNaryTree<T>::TNaryTree(int n) {
    max_number = n;
    curr_number = 0;
    root = nullptr;
};

template<class T>
bool TNaryTree<T>::Empty() {
    return !curr_number;
}

template<class T>
void TNaryTree<T>::Update(std::shared_ptr<T> polygon, std::string &&tree_path) {
    if (tree_path != "" && curr_number == 0) {
        throw std::invalid_argument("Error, there is not a root value\n");
        return;
    } else if (tree_path == "" && curr_number == 0) {
        std::shared_ptr<Item<T>> q(new Item<T>(polygon));
        root = q;
        curr_number++;
    } else if (curr_number + 1 > max_number) {
        throw std::out_of_range("Current number of elements equals  
maximal number of elements in tree\n");
        return;
    }
}

```

```

} else {
    std::shared_ptr<Item<T>> tmp = root;
    for (int i = 0; i < tree_path.length() - 1; i++) {
        if (tree_path[i] == 'b') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_bro();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return;
            }
            tmp = q;
        } else if (tree_path[i] == 'c') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_son();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return;
            }
            tmp = q;
        } else {
            throw std::invalid_argument("Error in path\n");
            return;
        }
    }
    std::shared_ptr<Item<T>> item(new Item<T>(polygon));
    if (tree_path.back() == 'b') {
        tmp->Set_bro(item);
        curr_number++;
    } else if (tree_path.back() == 'c') {
        tmp->Set_son(item);
        curr_number++;
    } else {
        throw std::invalid_argument("Error in path\n");
        return;
    }
}
}

template<class T>
std::shared_ptr<Item<T>> copy(std::shared_ptr<Item<T>> root) {
    if (!root) {
        return nullptr;
    }
    std::shared_ptr<Item<T>> root_copy(new Item<T>(root));

```

```

    root_copy->Set_bro(copy(root->Get_bro()));
    root_copy->Set_son(copy(root->Get_son()));
    return root_copy;
}

template<class T>
TNaryTree<T>::TNaryTree(const TNaryTree &other) {
    curr_number = 0;
    max_number = other.max_number;
    root = copy(other.root);
    curr_number = other.curr_number;;
}

template<class T>
int TNaryTree<T>::size() {
    return curr_number;
}

template<class T>
int clear(std::shared_ptr<Item<T>> node) {
    if (!node) {
        return 0;
    }
    int temp_res = clear(node->Get_bro()) + clear(node->Get_son()) + 1;
    return temp_res;
}

template<class T>
T TNaryTree<T>::GetItem(const std::string &&tree_path) {
    std::shared_ptr<Item<T>> tmp = root;
    for (int i = 0; i < tree_path.length(); i++) {
        if (tree_path[i] == 'b') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_bro();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return Pentagon();
            }
            tmp = q;
        } else if (tree_path[i] == 'c') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_son();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
            }
        }
    }
    return *tmp;
}

```

```

        return Pentagon();
    }
    tmp = q;
} else {
    throw std::invalid_argument("Error in path\n");
    return Pentagon();
}
}
return tmp->Get_data();
}

template<class T>
void TNaryTree<T>::RemoveSubTree(std::string &&tree_path) {
    std::shared_ptr<Item<T>> prev_tmp = nullptr;
    std::shared_ptr<Item<T>> tmp = root;
    if (tree_path.empty()) {
        clear(root);
        curr_number = 0;
        root = nullptr;
        return;
    }
    for (int i = 0; i < tree_path.length(); i++) {
        if (tree_path[i] == 'b') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_bro();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return;
            }
            prev_tmp = tmp;
            tmp = q;
        } else if (tree_path[i] == 'c') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_son();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return;
            }
            prev_tmp = tmp;
            tmp = q;
        } else {
            throw std::invalid_argument("Error in path\n");
            return;
        }
    }
}

```

```

    }
    if (tmp == prev_tmp->Get_son()) {
        prev_tmp->Set_son(nullptr);
    } else {
        prev_tmp->Set_bro(nullptr);
    }
    curr_number -= clear(tmp);
}

template<class T>
double area(std::shared_ptr<Item<T>> node) {
    if (!node) {
        return 0;
    }
    return node->Area() + area(node->Get_bro()) + area(node->Get_son());
}

template<class T>
double TNaryTree<T>::Area(std::string &&tree_path) {
    std::shared_ptr<Item<T>> tmp = root;
    for (int i = 0; i < tree_path.length(); i++) {
        if (tree_path[i] == 'b') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_bro();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return -1;
            }
            tmp = q;
        } else if (tree_path[i] == 'c') {
            std::shared_ptr<Item<T>> q = tmp->Get_son();
            if (q == nullptr) {
                throw std::invalid_argument("Path does not exist\n");
                return -1;
            }
            tmp = q;
        } else {
            throw std::invalid_argument("Error in path\n");
            return -1;
        }
    }
    return area(tmp);
}

```

*// Вывод дерева в формате вложенных списков, где каждый вложенный список является:
 // "S0: [S1: [S3, S4: [S5, S6]], S2]", где Si - площадь фигуры*

```
template<class T>
void print(std::ostream &os, std::shared_ptr<Item<T>> node) {
    if (!node) {
        return;
    }
    if (node->Get_son()) {
        //os << <<node->pentagon.GetArea() << " : ]" <<
        os << node->Area() << ": [";
        print(os, node->Get_son());
        if (node->Get_bro()) {
            if (node->Get_bro()) {
                os << ", ";
                print(os, node->Get_bro());
            }
        }
        os << "]";
    } else if (node->Get_bro()) {
        os << node->Area() << ": [";
        print(os, node->Get_bro());
        if (node->Get_son()) {
            if (node->Get_son()) {
                os << ", ";
                print(os, node->Get_son());
            }
        }
        os << "]";
    } else {
        os << node->Area();
    }
}
```

```
template<class T>
std::ostream &operator<<(std::ostream &os, const TNaryTree<T> &tree) {
    print(os, tree.root);
    os << "\n";
    return os;
}
```

```

template<class T>
TNaryTree<T>::~~TNaryTree() {
    RemoveSubTree();
};

```

TNaryTree_item.h

```

#ifndef TNARYTREE_ITEM_H
#define TNARYTREE_ITEM_H

#include <memory>
#include "pentagon.h"

template<class T>
class Item {
public:
    Item(Point t1, Point t2, Point t3, Point t4, Point t5);
    Item(std::shared_ptr<T> a);
    Item(std::shared_ptr<Item<T>> a);
    Item();
    void Print(std::ostream &os);
    std::shared_ptr<Item<T>> Get_bro();
    std::shared_ptr<Item<T>> Get_son();
    T Get_data();
    void Set_bro(std::shared_ptr<Item> a);
    void Set_son(std::shared_ptr<Item> a);
    double Area();
    ~Item();
private:
    std::shared_ptr<Item<T>> bro = nullptr;
    std::shared_ptr<Item<T>> son = nullptr;
    std::shared_ptr<T> data;
};

#endif

```

TNaryTree_item.cpp

```

#include "TNaryTree_item.h"

template<class T>
Item<T>::Item(Point t1, Point t2, Point t3, Point t4, Point t5){
    *data = Pentagon(t1,t2,t3,t4,t5);
}

```

```

}

template<class T>
Item<T>::Item(){
    *data = T();
}

template<class T>
Item<T>::Item(std::shared_ptr<T> a){
    data = a;
}

template<class T>
Item<T>::Item(std::shared_ptr<Item<T>> a){
    bro = a->bro;
    son = a->son;
    data = a->data;
}

template<class T>
std::shared_ptr<Item<T>> Item<T>::Get_bro(){
    return bro;
}

template<class T>
T Item<T>::Get_data(){
    return *data;
}

template<class T>
std::shared_ptr<Item<T>> Item<T>::Get_son(){
    return son;
}

template<class T>
void Item<T>::Set_bro(std::shared_ptr<Item<T>> a){
    bro = a;
}

template<class T>
void Item<T>::Set_son(std::shared_ptr<Item<T>> a){
    son = a;
}

```



```

}

template<class T>
void Item<T>::Print(std::ostream &os){
    os << data->Area();
}

template<class T>
double Item<T>::Area(){
    return data->Area();
}

template<class T>
Item<T>::~~Item(){};

```

templates.cpp

```

#include "TNaryTree.h"
#include "TNaryTree.cpp"
#include "TNaryTree_item.cpp"

template class TNaryTree<Pentagon>;
template class Item<Pentagon>;
template std::ostream& operator<< <Pentagon>(std::ostream&,
TNaryTree<Pentagon> const&);

```