МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.И.ЧЕРВЯКОВА

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

Алгоритмизация и программирование

Деревья

Выполнил студент:
Сивко Иван Андреевич
студент 2 курса
группа ПМИ-б-о-23-2,
направление подготовки 01.03.02

Проверил:
Ассистент кафедры вычислительной
математики и кибернетики, к.ф.-м.н.,
Черкашина Анастасия Андреевна

2024 г.

Вариант 9

Цель:

- Совершенствование навыков разработки программ в среде программирования
- Совершенствование навыков в программировании с использованием указателей
- Исследование процесса формирования элементов простейшей динамической структуры данных – двоичное дерево
- Исследование операций при работе с двоичными деревьями

Задание 1

В соответствии с вариантом написать и отладить программу, исполльзуя динамичискую структуру двнных: Двоичное деревья.

1 Условие

Разработать программу, которая строит двоичное дерево T. Описать процедуру, заменяющую в дееревe T все отрицательные элемнты на их абсалютнве значения.

2 Алгоритм / Математическая модель

Программа предназначена для работы с бинарным деревом поиска (Binary Search Tree, BST) и выполняет операции добавления, отображения и модификации данных. Алгоритм выполнения программы следующий:

1. **Ввод чисел:**
   - Пользователь вводит целые числа построчно.
   - Ввод завершается пустой строкой.
   - Числа добавляются в бинарное дерево поиска.
2. **Печать дерева:**
   - Дерево выводится на экран в упорядоченном (in-order) порядке.
   - Если дерево пустое, вывод на экран не выполняется.
3. **Замена отрицательных значений:**
   - В каждом узле дерева отрицательные значения заменяются их модулями.
4. **Повторная печать дерева:**
   - После преобразования дерево снова выводится в упорядоченном виде.
5. **Выход:** Программа завершает свою работу.

2.1 Математическая модель

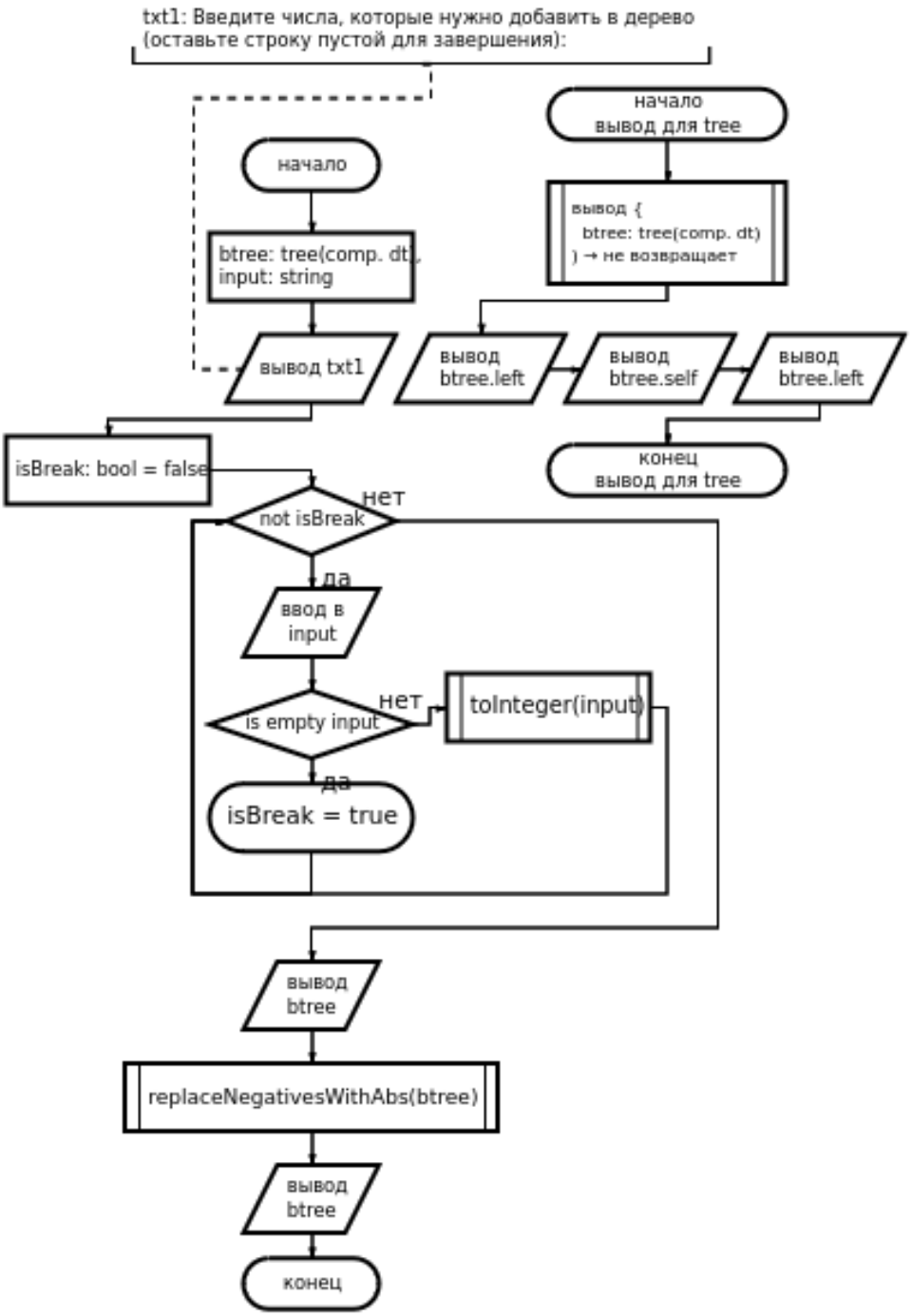
Бинарное дерево поиска (BST): Дерево представлено как тройка:

$$T = (N, L, R)$$

где N — значение узла, L — левое поддерево, R — правое поддерево. Для любого узла выполняется:

$$\forall x \in L,\ x < N; \quad \forall y \in R,\ y \geq N.$$

3 Диаграмма:



4 Код:

```
#include <cstdlib>
#include <cstdint>
#include <initializer_list>
#include <string>
#include <iostream>

template <typename T>
struct Node {
    T data;
    Node<T>   *left;
    Node<T>   *right;

    Node(T data, Node<T> *left=nullptr, Node<T> *right=nullptr)
        : data{ data }, left{ left }, right{ right }
    { }
};

template <typename T>
class BinaryTree {
    Node<T> *root;

    static void insert(Node<T> *&node, T data) {
        if (!node) {
            node = new Node{ data };
            return;
        }
        if (data < node->data)
            insert(node->left,  data);
        else
            insert(node->right, data);
    }

    static void display(std::ostream& out, const Node<T> *node) {
        if (!node)
            return;
        display(out, node->left);
        out << node->data << ' ';
        display(out, node->right);
    }

    static void recReplaceWithOposite(Node<T> *node) {
        if (!node)
            return ;
        recReplaceWithOposite(node->left);
        if (node->data < 0)
            node->data *= -1;
        recReplaceWithOposite(node->right);
    }
public:
```

```
    BinaryTree()
        : root{ nullptr }
    { }

    BinaryTree(std::initializer_list<T> values)
        : root{ nullptr }
    {
        for (T value : values)
            insert(value);
    }

    void insert(int32_t data) {
        insert(root, data);
    }

    // заменяет все отрицательные элементы их абсалютными значениями
    void replaceNegativesWithAbs() {
        Node<T> *firstNegative{ root };
        while (firstNegative && firstNegative->data >= 0)
            firstNegative = firstNegative->left;
        if (!firstNegative)
            return ;
        recReplaceWithOposite(firstNegative);
    }

    friend std::ostream& operator<<(std::ostream& out, const BinaryTree& btree) {
        BinaryTree::display(out, btree.root);
        return out;
    }
};

int main() {
    BinaryTree<int32_t> btree{};
    std::string input{};
    std::cout << "Enter the numbers to add to the tree (leave the line blank to com
    while (true) {
        std::getline(std::cin, input);
        if (input.empty())
            break;
        try {
            int32_t value = std::stoi(input);
            btree.insert(value);
        } catch (const std::invalid_argument& e) {
            std::cout << "Please enter a valid integer.\n";
        } catch (const std::out_of_range& e) {
            std::cout << "The number is out of range.\n";
        }
    }
    std::cout << btree << '\n';
    btree.replaceNegativesWithAbs();
```

```
    std::cout << btree << '\n';
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

source code

5 Результат работы программы:

```
[john@arch cpp]$ ./a.out
Enter the numbers to add to the tree (leave the line blank to complete):
-8
2
0
-5
-4
-7
9
3
-1

-8 -7 -5 -4 -1 0 2 3 9
8 7 5 4 1 0 2 3 9
```