Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»
Кафедра систем штучного інтелекту

Звіт

про виконання лабораторних та практичних робіт блоку № 6

На тему: «Динамічні структури (Черга, Стек, Списки, Дерево). Алгоритми обробки динамічних структур.»

з дисципліни: «Основи програмування»

до:

ВНС Лабораторної Роботи № 10
Алготестер Лабораторної Роботи № 5
Алготестер Лабораторної Роботи № 7-8
Практичних Робіт до блоку № 6

Виконав:
Студент групи ШІ-11
Левченко Денис

Тема:

Динамічні структури (Черга, Стек, Списки, Дерево). Алгоритми обробки динамічних структур.

Мета:

Ознайомитися з динамічними структурами даних, такими як черга, стек, списки та дерево, зрозуміти їхні особливості та області застосування. Також необхідно навчитися основним алгоритмам обробки цих структур, зокрема додавання, видалення та пошуку елементів, з метою ефективного управління даними в програмах.

Теоретичні відомості:

1. Основи Динамічних Структур Даних
2. Стек
3. Черга
4. Зв'язні Списки
5. Дерева
6. Алгоритми Обробки Динамічних Структур

Індивідуальний план опрацювання теорії:

1. https://www.youtube.com/watch?v=eSxLVD5vfqM
2. https://www.youtube.com/watch?v=jUJngLO_c_0
3. https://www.youtube.com/watch?v=Yhw8NbjrSFA
4. https://www.youtube.com/watch?v=-25REjF_atI
5. https://m.youtube.com/watch?v=qBFzNW0ALxQ
6. https://www.youtube.com/watch?v=999IE-6b7_s

Виконання роботи:

Завдання 1: VNS Lab 10 - Task 1. Варіант - 16
Написати програму, у якій створюються динамічні структури й виконати їхню обробку у відповідності зі своїм варіантом.Для кожного варіанту розробити такі функції:
1. Створення списку.
2. Додавання елемента в список (у відповідності зі своїм варіантом).
3. Знищення елемента зі списку (у відповідності зі своїм варіантом).
4. Друк списку.
5. Запис списку у файл.
6. Знищення списку.
7. Відновлення списку з файлу.
16.Записи в лінійному списку містять ключове поле типу *char (рядок символів). Сформувати двонаправлений список. Знищити елемент із заданим ключем. Додати К елементів у кінець списку.

Завдання 2: Algotester lab 5 Варіант 1

Lab 5v1

Обмеження: 2 сек., 256 МіБ

У світі Атод сестри Ліна і Рілай люблять грати у гру. У них є дошка із 8-ми рядків і 8-ми стовпців. На перетині i-го рядка і j-го стовпця лежить магічна куля, яка може світитись магічним світлом (тобто у них є 64 кулі). На початку гри деякі кулі світяться, а деякі ні... Далі вони обирають N куль і для кожної читають магічне заклиння, після чого всі кулі, які лежать на перетині стовпця і рядка обраної кулі міняють свій стан (ті що світяться - гаснуть, ті, що не світяться - загораються).

Також вони вирішили трохи Вам допомогти і придумали спосіб як записати стан дошки одним числом a із 8-ми байт, а саме (див. Примітки):

- Молодший байт задає перший рядок матриці;
- Молодший біт задає перший стовпець рядку;
- Значення біту каже світиться куля чи ні (0 - ні, 1 - так);

Тепер їх цікавить яким буде стан дошки після виконання N заклинань і вони дуже просять Вас їм допомогти.

Вхідні дані

У першому рядку одне число a - поточний стан дошки.

У другому рядку N - кількість заклинань.

У наступних N рядках по 2 числа R_i, C_i - рядок і стовпець кулі над якою виконується заклинання.

Вихідні дані

Одне число b - стан дошки після виконання N заклинань.

Завдання 3: Algotester lab 7 8 Варіант 3
Ваше завдання - власноруч реалізувати структуру даних "Двійкове дерево

пошуку".
Ви отримаєте Q запитів, кожен запит буде починатися зі слова-ідентифікатора, після якого йдуть його параметри.

Вам будуть поступати запити такого типу:

- **Вставка**:
  Ідентифікатор - insert
  Ви отримуєте ціле число value - число, яке треба вставити в дерево.
- **Пошук**:
  Ідентифікатор - contains
  Ви отримуєте ціле число value - число, наявність якого у дереві необхідно перевірити.
  Якщо value наявне в дереві - ви виводите Yes, у іншому випадку No.
- **Визначення розміру**:
  Ідентифікатор - size
  Ви не отримуєте аргументів.
  Ви виводите кількість елементів у дереві.
- **Вивід дерева на екран**
  Ідентифікатор - print
  Ви не отримуєте аргументів.
  Ви виводите усі елементи дерева через пробіл.
  Реалізувати використовуючи перегрузку оператора <<

Завдання 4: Class Practice Work

Умови задачі:

- використовувати цілочисельні значення в списку;
- реалізувати метод реверсу;
- реалізувати допоміжний метод виведення вхідного і обернутого списків;

Умови задачі:

- використовувати цілочисельні значення в списку;
- реалізувати функцію, яка ітеративно проходиться по обох списках і порівнює дані в кожному вузлі;
- якщо виявлено невідповідність даних або якщо довжина списків різна (один список закінчується раніше іншого), функція повертає ***false***.

Умови задачі:

- використовувати цифри від 0 до 9 для значень у списку;

- реалізувати функцію, яка обчислює суму двох чисел, які збережено в списку; молодший розряд числа записано в голові списка (напр. 379 $\implies$ 9→7→3);
- функція повертає новий список, передані в функцію списки не модифікуються.

Умови задачі:

- використовувати цілі числа для значень у вузлах дерева
- реалізувати функцію, що проходить по всіх вузлах дерева і міняє місцями праву і ліву вітки дерева
- функція повертає нове дерево, передане в функцію дерево не модифікується

Умови задачі:

- використовувати цілочисельні значення у вузлах дерева;
- реалізувати функцію, яка ітеративно проходить по бінарному дереві і записує у батьківський вузол суму значень підвузлів
- вузол-листок не змінює значення
- значення змінюються від листків до кореня дерева

Завдання 5: Self Practice Work

Ваше завдання - власноруч реалізувати структуру даних "Динамічний масив". Ви отримаєте Q запитів, кожен запит буде починатися зі слова-ідентифікатора, після якого йдуть його аргументи.

Вам будуть поступати запити такого типу:

- **Вставка**:
  Ідентифікатор - insert
  Ви отримуєте ціле число index елемента, на місце якого робити вставку.
  Після цього в наступному рядку рядку написане число N - розмір масиву, який треба вставити.
  У третьому рядку N цілих чисел - масив, який треба вставити на позицію index.
- **Видалення**:
  Ідентифікатор - erase
  Ви отримуєте 2 цілих числа - index, індекс елемента, з якого почати видалення та n - кількість елементів, яку треба видалити.
- **Визначення розміру**:
  Ідентифікатор - size
  Ви не отримуєте аргументів.
  Ви виводите кількість елементів у динамічному масиві.
- **Визначення кількості зарезервованої пам’яті**:
  Ідентифікатор - capacity

Ви не отримуєте аргументів.
Ви виводите кількість зарезервованої пам’яті у динамічному масиві.
Ваша реалізація динамічного масиву має мати фактор росту (Growth factor) рівний 2.

- **Отримання значення** і-го елементу
  Ідентифікатор - get
  Ви отримуєте ціле число - index, індекс елемента.
  Ви виводите значення елемента за індексом. Реалізувати використовуючи перегрузку оператора []
- **Модифікація значення** і-го елементу
  Ідентифікатор - set
  Ви отримуєте 2 цілих числа - індекс елемента, який треба змінити, та його нове значення. Реалізувати використовуючи перегрузку оператора []
- **Вивід динамічного масиву на екран**
  Ідентифікатор - print
  Ви не отримуєте аргументів.
  Ви виводите усі елементи динамічного масиву через пробіл.
  Реалізувати використовуючи перегрузку оператора <<

Дизайн та планувальна оцінка часу виконання завдань:

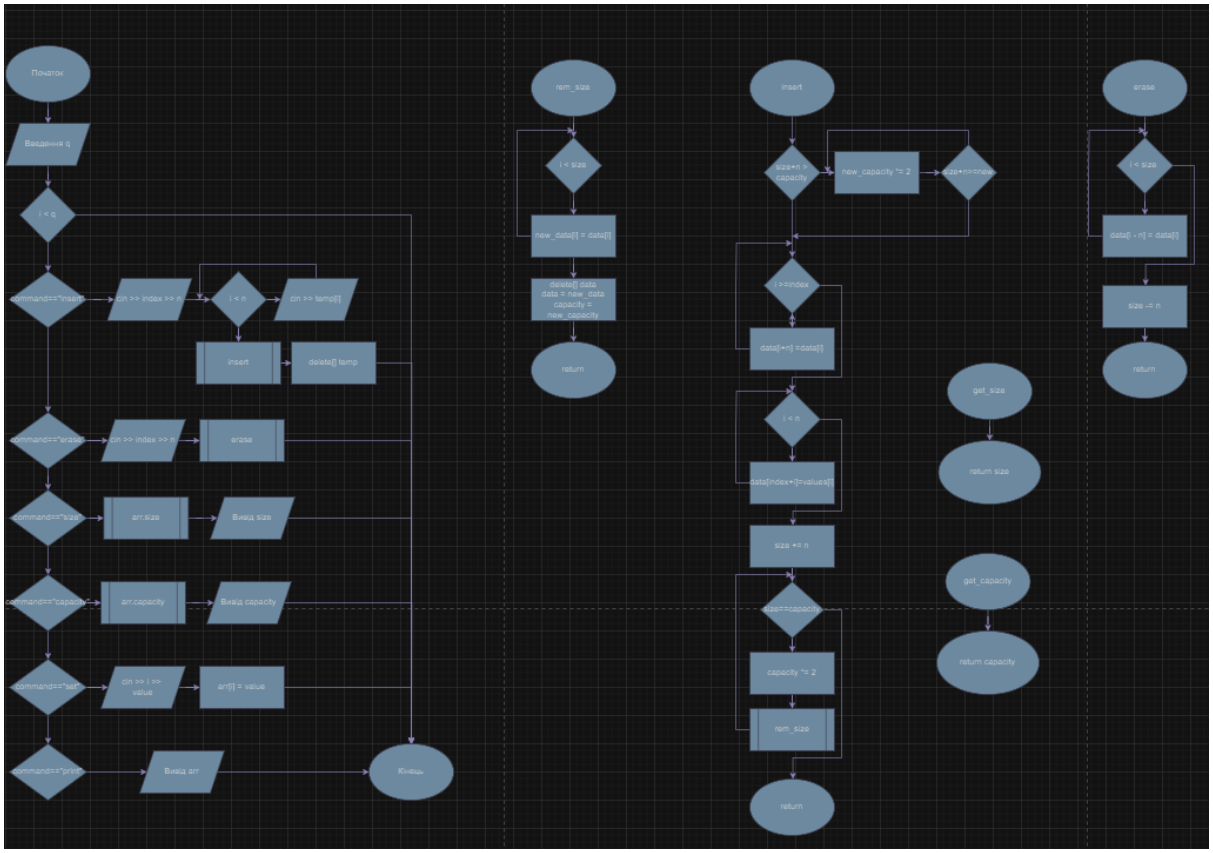
Завдання 1: Запланований час виконання 1-1.5 години.

Завдання 2: Запланований час виконання 1 година.

Завдання 3: Запланований час виконання 1-2 години.

Завдання 4: Запланований час виконання 2 години.

Завдання 5:



Запланований час виконання 2 години.

Код програм з посиланням на зовнішні ресурси:
Завдання 1:

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <cstring>

using namespace std;

struct Node {
    char key[100];
    Node* next;
    Node* prev;
};


struct DoublyLinkedList {
    Node* head;
    Node* tail;

    DoublyLinkedList() {
        head = nullptr;
        tail = nullptr;
    }

    void createEmptyList() {
        head = tail = nullptr;
    }

    void addElement(const char* key) {
        Node* newNode = new Node;
        strcpy(newNode->key, key);
        newNode->next = nullptr;
        newNode->prev = tail;

        if (tail != nullptr) {
            tail->next = newNode;
        }
        tail = newNode;

        if (head == nullptr) {
            head = newNode;
        }
    }

    void deleteElement(const char* key) {
        Node* temp = head;
        while (temp != nullptr) {
            if (strcmp(temp->key, key) == 0) {
```

```
            if (temp->prev != nullptr) {
                temp->prev->next = temp->next;
            } else {
                head = temp->next;
            }

            if (temp->next != nullptr) {
                temp->next->prev = temp->prev;
            } else {
                tail = temp->prev;
            }

            delete temp;
            cout << "Елемент з ключем '" << key << "' видалено.\n";
            return;
        }
        temp = temp->next;
    }
    cout << "Елемент з ключем '" << key << "' не знайдений.\n";
}


void printList() {
    if (head == nullptr) {
        cout << "Список порожній.\n";
        return;
    }
    Node* temp = head;
    while (temp != nullptr) {
        cout << temp->key << " ";
        temp = temp->next;
    }
    cout << endl;
}


void saveToFile(const char* filename) {
    ofstream file(filename);
    if (!file) {
        cout << "Не вдалося відкрити файл для запису.\n";
        return;
    }
    Node* temp = head;
    while (temp != nullptr) {
        file << temp->key << endl;
        temp = temp->next;
    }
    file.close();
}
```

```
    void loadFromFile(const char* filename) {
        ifstream file(filename);
        if (!file) {
            cout << "Не вдалося відкрити файл для читання.\n";
            return;
        }
        char key[100];
        while (file.getline(key, 100)) {
            addElement(key);
        }
        file.close();
    }


    void destroyList() {
        Node* temp = head;
        while (temp != nullptr) {
            Node* nextNode = temp->next;
            delete temp;
            temp = nextNode;
        }
        head = tail = nullptr;
        cout << "Список знищено.\n";
    }
};

int main() {
    DoublyLinkedList list;
    list.createEmptyList();
    list.addElement("element1");
    list.addElement("element2");
    list.addElement("element3");
    cout << "Список після додавання елементів:\n";
    list.printList();
    list.deleteElement("element2");
    cout << "Список після видалення елемента:\n";
    list.printList();
    list.addElement("element4");
    list.addElement("element5");
    cout << "Список після додавання нових елементів:\n";
    list.printList();
    list.saveToFile("list.txt");
    list.destroyList();
    list.loadFromFile("list.txt");
    cout << "Список після відновлення з файлу:\n";
    list.printList();
    list.destroyList();
```

```
    return 0;
}
```

Завдання 2:

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <cstdint>

using namespace std;


void toggle(uint64_t &board, int row, int col) {
    int position = row * 8 + col;
    board ^= (1ULL << position);
}

int main() {
    uint64_t board;
    int N;

    cin >> board;
    cin >> N;

    vector<pair<int, int>> spells(N);
    for (int i = 0; i < N; ++i) {
        cin >> spells[i].first >> spells[i].second;
        spells[i].first--;
        spells[i].second--;
    }


    for (const auto &spell : spells) {
        int row = spell.first;
        int col = spell.second;

        for (int c = 0; c < 8; ++c) {
            toggle(board, row, c);
        }


        for (int r = 0; r < 8; ++r) {
            if (r != row) {
```

```
                toggle(board, r, col);
            }
        }
    }


    cout << board << endl;

    return 0;
}
```

Завдання 3:

```
#include <iostream>

using namespace std;

template <typename T>
struct TreeNode {
    T value;
    TreeNode* left;
    TreeNode* right;
    TreeNode(T val) : value(val), left(nullptr), right(nullptr) {}
};

template <typename T>
class BinarySearchTree {
private:
    TreeNode<T>* root;
    int tree_size;

    void insert(TreeNode<T>*& node, T value) {
        if (node == nullptr) {
            node = new TreeNode<T>(value);
            ++tree_size;
        } else if (value < node->value) {
            insert(node->left, value);
        } else if (value > node->value) {
            insert(node->right, value);
        }
    }

    bool contains(TreeNode<T>* node, T value) const {
        if (node == nullptr) return false;
        if (value == node->value) return true;
```

```
        if (value < node->value) return contains(node->left, value);
        return contains(node->right, value);
    }

    void print(TreeNode<T>* node) const {
        if (node == nullptr) return;
        print(node->left);
        cout << node->value << " ";
        print(node->right);
    }

    void clear(TreeNode<T>* node) {
        if (node == nullptr) return;
        clear(node->left);
        clear(node->right);
        delete node;
    }

public:
    BinarySearchTree() : root(nullptr), tree_size(0) {}
    ~BinarySearchTree() { clear(root); }

    void insert(T value) { insert(root, value); }
    bool contains(T value) const { return contains(root, value); }
    int size() const { return tree_size; }
    void print() const { print(root); cout << endl; }
};

int main() {
    BinarySearchTree<int> bst;
    int Q;
    cin >> Q;

    for (int i = 0; i < Q; ++i) {
        string command;
        cin >> command;

        if (command == "insert") {
            int value;
            cin >> value;
            bst.insert(value);
        } else if (command == "contains") {
            int value;
            cin >> value;
            cout << (bst.contains(value) ? "Yes" : "No") << endl;
        } else if (command == "size") {
            cout << bst.size() << endl;
        } else if (command == "print") {
```

```
            bst.print();
        }
    }

    return 0;
}
```

Завдання 4:

```
#include <iostream>
using namespace std;



struct Node{
    int data;
    Node* next;
    Node(int data, Node* next) : data(data), next(next) { }
    Node() : next(nullptr) {}
};

struct TreeNode {
    int data;
    TreeNode* left;
    TreeNode* right;

    TreeNode(int data, TreeNode* left = nullptr, TreeNode* right = nullptr)
        : data(data), left(left), right(right) {}
};

Node* reverse(Node *head)
{
    Node* tmp = head;
    Node* tmpCopy = nullptr;
    Node* prev = nullptr;

    while(tmp != nullptr)
    {
        tmpCopy = tmp->next; // head = 1 : tmpCopy = 4
        tmp->next = prev; // 1 -> nullptr

        prev = tmp;


        tmp = tmpCopy;
    }
    return prev;
}
```

```
void printList(Node* head) {
    while (head != nullptr) {
        cout << head->data << " ";
        head = head->next;
    }
    cout << "\n";
}

bool compare(Node *h1, Node *h2)
{
    unsigned int size1 = 0, size2= 0;
    Node* h1Copy = h1, *h2Copy = h2;
    while(h1Copy)
    {
        size1++;
        h1Copy = h1Copy->next;
    }

    while(h2Copy)
    {
        size2++;
        h2Copy = h2Copy->next;
    }

    if(size1 != size2) { return false; }
    else
    {
        while(h1 && h2)
        {
            if(h1->data != h2->data) return false;
            h1 = h1->next;
            h2 = h2->next;
        }
    }

    return true;
}

Node* add(Node *head1, Node *head2)
{
    Node* reversehead1 = reverse(head1);
    Node* reversehead2 = reverse(head2);
    int numb1 = 0 , numb2 = 0;

    Node* reversehead1Copy = reversehead1;
    Node* reversehead2Copy = reversehead2;
```

```
    while(reversehead1Copy)
    {
        numb1 = numb1 * 10 + reversehead1Copy->data;
        reversehead1Copy = reversehead1Copy->next;
    }


    while(reversehead2Copy)
    {
        numb2 = numb2 * 10 + reversehead2Copy->data;
        reversehead2Copy = reversehead2Copy->next;
    }


    int sum = numb1 + numb2;
    Node* newhead = nullptr;
    Node* current = nullptr;
    do {
        int digit = sum % 10;
        Node* newNode = new Node(digit, nullptr);

        if (newhead == nullptr) {
            newhead = newNode;
            current = newhead;
        } else {
            current->next = newNode;
            current = current->next;
        }

        sum /= 10;
    } while (sum > 0);
    return newhead;
}

TreeNode *create_mirror_flip(TreeNode *root) {
    if (root == nullptr) {
        return nullptr;
    }


    TreeNode* newValue = new TreeNode(root->data);


    newValue->left = create_mirror_flip(root->right);
    newValue->right = create_mirror_flip(root->left);

    return newValue;
}
```

```
void printTree(TreeNode* root, int level = 0) {
    if (root == nullptr) return;
    printTree(root->right, level + 1);
    cout << string(level * 4, ' ') << root->data << endl;
    printTree(root->left, level + 1);
}

TreeNode* tree_sum(TreeNode* root) {
    if (root == nullptr) {
        return nullptr;
    }

    TreeNode* leftSumTree = tree_sum(root->left);
    TreeNode* rightSumTree = tree_sum(root->right);

    int leftSum = (leftSumTree != nullptr) ? leftSumTree->data : 0;
    int rightSum = (rightSumTree != nullptr) ? rightSumTree->data : 0;

    TreeNode* newNode = new TreeNode(root->data + leftSum + rightSum,
leftSumTree, rightSumTree);

    return newNode;
}

void deleteList(Node* head) {
    while (head != nullptr) {
        Node* temp = head;
        head = head->next;
        delete temp;
    }
}

void deleteTree(TreeNode* root) {
    if (root == nullptr) return;
    deleteTree(root->left);
    deleteTree(root->right);
    delete root;
}

int main(){

    // Node* head1 =  new Node(9,new Node(9,new Node(9,nullptr)));
    // Node *copy1 = head1;
    // Node* head2 =  new Node(1, nullptr);

    // cout << "Listт 1: ";
    // printList(head1);
```

```
    // cout << endl;

    // cout << "Listт 2: ";
    // printList(head2);
    // cout << endl;

    //  boolalpha(cout);
    // cout << "Is equal: " << compare(head1,head2);
    // cout << endl;

    // cout << "Summ of 2 listd equal: " << endl;
    // printList(add(head1,head2));
    //  cout << endl;

    // Node* reversedList = reverse(copy1);
    // cout << "Reversed List: ";
    // printList(reverse(copy1));
    // cout << endl;

    Node* head = new Node(1,nullptr);
    head->next = new Node(2,nullptr);
    head->next->next = new Node(3,nullptr);
    head->next->next->next = new Node(4,nullptr);
    head->next->next->next->next = new Node(5,nullptr);

    cout << "List:" << endl;
    printList(head);
    head = reverse(head);

    cout << "Reversed list:" << endl;
    printList(head);

    Node* list1 = new Node(1,nullptr);
    list1->next = new Node(2,nullptr);
    list1->next->next = new Node(3,nullptr);

    Node* list2 = new Node(1,nullptr);
    list2->next = new Node(2,nullptr);
    list2->next->next = new Node(3,nullptr);
    cout << (compare(list1, list2) ? "Lists equal" : "Lists not equal") <<
endl;

    Node* num1 = new Node(9,nullptr);
    num1->next = new Node(9,nullptr);
    num1->next->next = new Node(9,nullptr);

    Node* num2 = new Node(1,nullptr);
```

```
    Node* sum = add(num1, num2);
    cout << "Summ: " << endl;
    sum = reverse(sum);
    printList(sum);



    TreeNode* root = new TreeNode(1, nullptr, nullptr);
    root->left = new TreeNode(2, nullptr, nullptr);
    root->right = new TreeNode(3, nullptr, nullptr);

    root->left->left = new TreeNode(4, nullptr, nullptr);
    root->left->right = new TreeNode(5, nullptr, nullptr);

    root->right->left = new TreeNode(8, nullptr, nullptr);
    root->right->right = new TreeNode(4, nullptr, nullptr);

    cout << "Tree in vertical format" << endl;
    printTree(root);

    cout << "Reversed tree in vertical format" << endl;
    TreeNode* mirroredRoot = create_mirror_flip(root);
    printTree(mirroredRoot);

    cout << "Tree sum:" << endl;
    TreeNode* sumTree = tree_sum(root);
    printTree(sumTree);




    return 0;
}
```

Завдання 5:

```
#include <iostream>

using namespace std;

template <class T>
class SDA
{
```

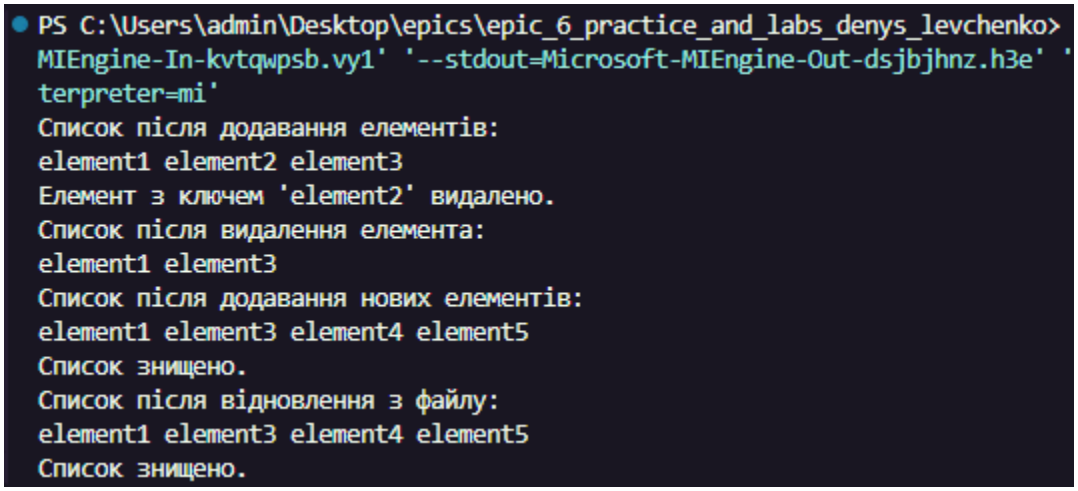
```
private:
    T *arr;

public:
    int size;
    int capacity;

    SDA()
    {
        this->size = 0;
        this->capacity = 1;
        this->arr = new T[1];
    }

    void insert(int index, int amount, T *toInsert)
    {
        while (size + amount >= capacity)
            capacity *= 2;
        T *temp = new T[capacity];

        for (int i = 0; i < index; i++)
            temp[i] = arr[i];
        for (int i = 0; i < amount; i++)
            temp[index + i] = toInsert[i];
        for (int i = index; i < size; i++)
            temp[i + amount] = arr[i];

        this->size += amount;
        delete[] arr;
        arr = temp;
    }

    void erase(int index, int amount)
    {
        T *temp = new T[capacity];
        int acc = 0;
        for (int i = 0; i < this->size; i++)
        {
            if (i < index || i >= index + amount)
            {
                temp[acc] = arr[i];
                acc++;
            }
        }
            this->size -= amount;
            delete[] arr;
            arr = temp;
    }
```

```
    T get(int index)
    {
        return this->arr[index];
    }

    void set(int index, T value)
    {
        this->arr[index] = value;
    }

    void operator<<(string separator)
    {
        for (int i = 0; i < this->size; i++)
        {
            cout << arr[i] << separator;
        }
        cout << endl;
    }
};

int main()
{
    SDA<int> arr;

    int q;
    cin >> q;
    while (q--)
    {
        string line;
        cin >> line;
        if (line == "insert")
        {
            int index, N;
            cin >> index >> N;
            cin.ignore();
            int *temp = new int[N];

            for (int i = 0; i < N; i++)
            {
                int n;
                cin >> n;
                temp[i] = n;
            }

            arr.insert(index, N, temp);
            delete[] temp;
        }
```

```
        else if (line == "erase")
        {
            int index, N;
            cin >> index >> N;
            arr.erase(index, N);
        }
        else if (line == "size")
        {
            cout << arr.size << endl;
        }
        else if (line == "capacity")
        {
            cout << arr.capacity << endl;
        }
        else if (line == "get")
        {
            int i;
            cin >> i;
            cout << arr.get(i) << endl;
        }
        else if (line == "set")
        {
            int i, value;
            cin >> i >> value;
            arr.set(i, value);
        }
        else if (line == "print")
        {
            arr << " ";
        }
    }
    return 0;
}
```

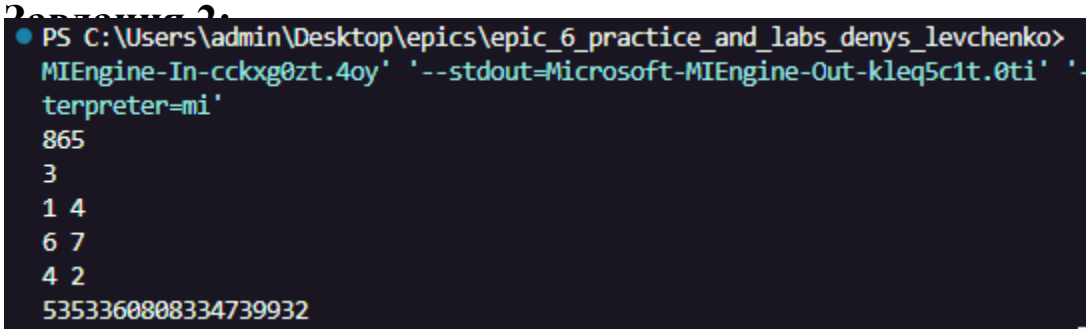
Результат виконання завдань, тестування та фактично витрачений час:

Завдання 1:



Фактично витрачений час: 2 години.

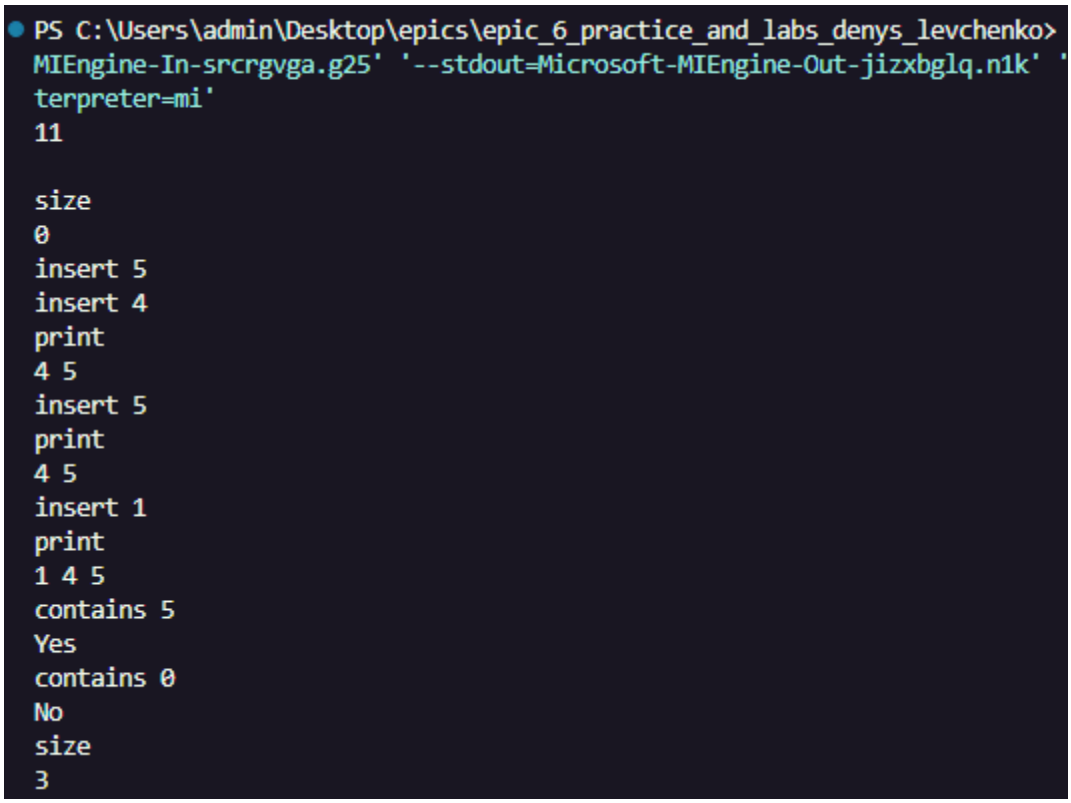
Завдання 2:



Створено	Компілятор	Результат	Час (сек.)	Пам'ять (МіБ)	Дії
декілька секунд тому	C++ 23	Зараховано	0.003	1.402	Перегляд
3 дні тому	C++ 23	Зараховано	0.003	1.207	Перегляд

Фактично витрачений час: 1.5 години.

Завдання 3:



Створено	Компілятор	Результат	Час (сек.)	Пам'ять (МіБ)	Дії
декілька секунд тому	C++ 23	Зараховано	0.008	1.418	Перегляд
2 дні тому	C++ 23	Зараховано	0.007	1.293	Перегляд

Фактично витрачений час: 4 години.

Завдання 4:

```
PS C:\Users\admin\Desktop\epics\epic_6_practice_and_labs_denys_levchenko>
MIEngine-In-c5aqsoyq.3dl' '--stdout=Microsoft-MIEngine-Out-30ojzpui.j53' '
terpreter=mi'
List:
1 2 3 4 5
Reversed list:
5 4 3 2 1
Lists equal
Summ:
1 0 0 0
Tree in vertical format
        4
    3
        8
1
        5
    2
        4
Reversed tree in vertical format
        4
    2
        5
1
        8
    3
        4
Tree sum:
        4
    15
        8
27
        5
    11
        4
PS C:\Users\admin\Desktop\epics\epic_6_practice_and_labs_denys_levchenko>
```

Фактично витрачений час: 1.5 години.

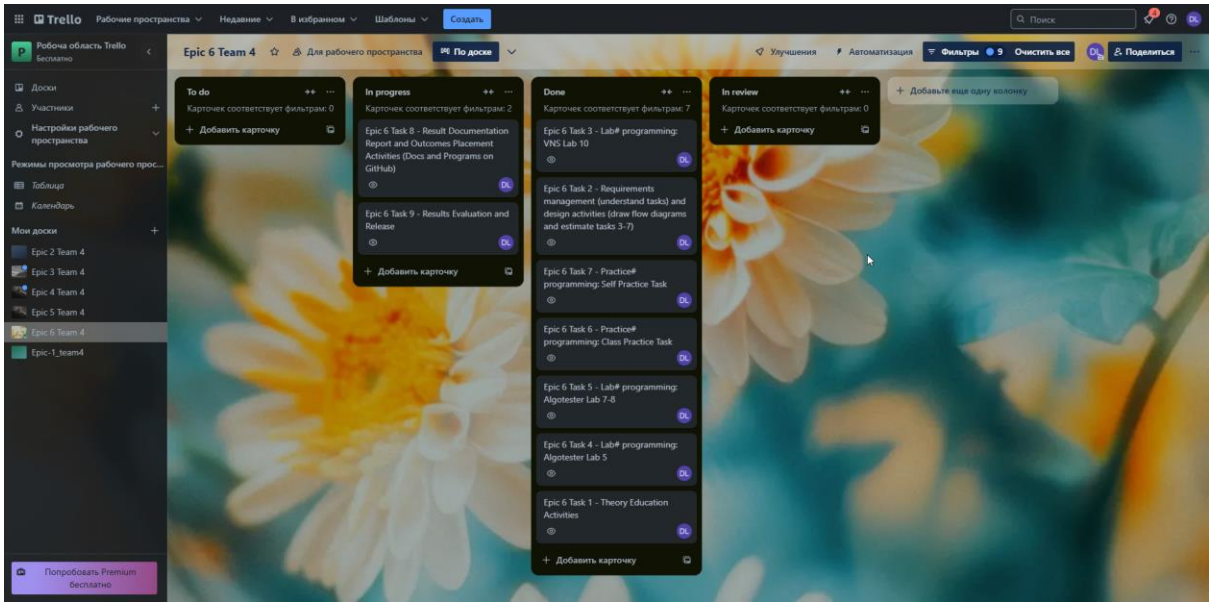
Завдання 5:

```
PS C:\Users\admin\Desktop\epics\epic_6_practice_and_labs_denys_levchenko>
MIEngine-In-usclpv1q.tey' '--stdout=Microsoft-MIEngine-Out-1kmcptqc.3ws' '
terpreter=mi'
osoft-MIEngine-Error-ssyq2vkm.ngm' '--pid=Microsoft-MIEngine-Pid-geekmwjg.

size
0
capacity
1

insert 0 2
100 100

size
2
capacity
4

insert 0 2
102 102

size
4
capacity
8

insert 0 2
103 103

size
6
capacity
8

print
103 103 102 102 100 100
PS C:\Users\admin\Desktop\epics\epic_6_practice_and_labs_denys_levchenko>
```

Створено	Компілятор	Результат	Час (сек.)	Пам'ять (МіБ)	Дії
декілька секунд тому	C++ 23	Зараховано	0.006	1.371	Перегляд

Фактично витрачений час: 20 хвилин.

Зустріч з комадою та trello:



Висновок: У цій лабораторній роботі я навчився працювати з динамічними структурами даних — чергою, стеком, списками та деревами, а також застосовувати алгоритми для їхньої обробки. Це дало мені розуміння ефективного управління даними в програмах.