

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Факультет прикладної математики та інформатики

**Теорія алгоритмів**

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7**

**Тема: «Багатострічкова машина Тьюрінга»**

Виконав:

Ст. Лук'янчук Денис

Група ПМІ-23

2025

## **Тема:** «Багатострічкова машина Тьюрінга»

**Мета роботи:** Ознайомитися з принципами роботи багатострічкової машини Тьюрінга, вивчити реалізацію базових арифметичних операцій і розпізнавання паліндромів у двійковій та десятковій системах числення, а також зрозуміти, як здійснюється перетворення чисел у унарній системі. Навчитися застосовувати машину Тьюрінга для вирішення задач, таких як розпізнавання паліндромів, двійкове додавання, десяткове віднімання, двійкове ділення та перетворення  $1^n$  у  $1^{n^2}$ .

### **Хід роботи**

Для виконання завдань використано наданий код класу MultiTapeTuringMachine, який реалізує багатострічкову машину Тьюрінга з трьома стрічками: перша стрічка містить перше число або вхідний рядок, друга — друге число (якщо потрібне), третя — результат операції. Код написано мовою Python із використанням об'єктно-орієнтованого підходу. Кожне завдання проаналізовано, описано алгоритм виконання, виконано відповідні тести та оцінено результати. Завдання адаптовано до методів, реалізованих у наданому коді.

#### **Завдання 1: Розпізнавання паліндромів**

##### **Алгоритм виконання:**

1. Оголошення методу palindrome у класі MultiTapeTuringMachine.
2. Копіювання вхідного рядка зі стрічки 1 на стрічку 2.
3. Порівняння символів зі стрічки 1 (з початку) зі стрічкою 2 (з кінця).
4. Повернення "Palindrome" або "Not Palindrome" залежно від результату.

##### **Реалізація:**

- Ініціалізація стану  $q_0$  і голівок на позиції 0.
- У стані  $q_0$ : копіювання кожного символу (0 або 1) зі стрічки 1 на стрічку 2, переміщення голівок праворуч.
- Після досягнення  $_$  на стрічці 1: перехід до стану  $q_1$ , скидання голівки стрічки 1 на 0, зміщення голівки стрічки 2 ліворуч.
- У стані  $q_1$ : порівняння символів зі стрічки 1 (праворуч) і стрічки 2 (ліворуч). Якщо символи збігаються, продовження; якщо ні — "Not Palindrome". Якщо обидві стрічки закінчуються  $(\_)$ , результат — "Palindrome".

## **Завдання 2: Двійкове додавання**

### **Алгоритм виконання:**

1. Оголошення методу `addition` у класі `MultiTapeTuringMachine`.
2. Обробка двійкових чисел справа наліво, додавання цифр із урахуванням переносу (`carry`).
3. Запис результату на стрічку 3 у двійковій формі.
4. Повернення результату як двійкового рядка.

### **Реалізація:**

- Перевірка, що вхідні стрічки містять лише 0 або 1.
- Ініціалізація голівок на правих кінцях двійкових чисел (наприклад, 1010 і 110).
- Цикл по позиціях: додавання цифр (0 або 1) зі стрічок 1 і 2.
- Запис залишку (`total % 2`) у результат, оновлення `carry` (`total // 2`).
- Якщо після циклу `carry = 1`, додавання 1 до результату.
- Реверсування результату та запис на стрічку 3.

## **Завдання 3: Перетворення $1^n$ у $1^{(n^2)}$**

### **Алгоритм виконання:**

1. Оголошення методу `transformation` у класі `MultiTapeTuringMachine`.
2. Підрахунок кількості одиничок  $n$  на стрічці 1 шляхом перенесення їх на стрічку 3.
3. Дляожної одинички на стрічці 3 додавання  $n$  одиничок на стрічку 2.
4. Повернення результату зі стрічки 2 як рядка одиничок.

### **Реалізація:**

- У стані  $q_0$ : перенесення одиничок зі стрічки 1 на стрічку 3, підрахунок  $n$ .
- У стані  $q_1$ : дляожної одинички на стрічці 3 відновлення  $n$  одиничок на стрічці 1, потім перенесення їх на стрічку 2.
- Повторення, доки стрічка 3 не стане порожньою.
- Результат —  $n^2$  одиничок на стрічці 2.

## **Завдання 4: Десяткове віднімання**

### **Алгоритм виконання:**

1. Оголошення методу subtraction у класі MultiTapeTuringMachine.
2. Перевірка, що вхідні числа є десятковими (цифри 0-9) і що результат невід'ємний.
3. Обробка цифр справа наліво з урахуванням позички (borrow).
4. Запис результату на стрічку 3.

### **Реалізація:**

- Перевірка валідності входу (isdigit) і умови  $\text{num1} \geq \text{num2}$ .
- Ініціалізація голівок на правих кінцях чисел.
- Цикл по позиціях: віднімання цифр із урахуванням позички, запис результату.
- Обробка залишкових цифр на стрічці 1, якщо стрічка 2 коротша.
- Видалення початкових нулів із результату.

## **Завдання 5: Двійкове ділення**

### **Алгоритм виконання:**

1. Оголошення методу division у класі MultiTapeTuringMachine.
2. Перевірка, що вхідні числа є двійковими і дільник ненульовий.
3. Конвертація чисел у десяткові, виконання ділення, конвертація результату назад у двійкову систему.
4. Запис результату на стрічку 3.

### **Реалізація:**

- Перевірка валідності входу (0 або 1) і умови  $\text{num2} \neq 0$ .
- Конвертація стрічок у десяткові числа (`int(tape_str, 2)`).
- Обчислення цілої частини ( $\text{num1} // \text{num2}$ ).
- Конвертація результату в двійкову систему (`bin(quotient)[2:]`).
- Запис результату на стрічку 3.

## Приклад:

Завдання 1: Перевірка на паліндром

Чи є 01110 паліндромом?

Результат: YES

Завдання 2: Двійкове додавання

Унарне додавання: 1011 + 101

Результат: 1011 + 101 = 10000

Завдання 3: Подвоєння стрічки

Подвоїти стрічку 11

Результат: 11 => 1111

Завдання 4: Віднімання десяткових чисел

542 - 175 = 367

1000 - 1 = 999

Завдання 5: Двійкове ділення

Ділення:  $1010 \div 10 = 101$

Ділення:  $1100 \div 11 = 100$

**Висновок:** Лабораторна робота дозволила ознайомитися з принципами роботи багатострічкової машини Тюрінга та реалізувати розпізнавання паліндромів, двійкове додавання, десяткове віднімання, двійкове ділення та перетворення  $1^n$  у  $1^{(n^2)}$ . Усі методи коректно виконують завдання, помилку в тесті для addition виправлено. Отримано навички програмування, аналізу та дебагінгу. Проблеми з тестами вирішено через корекцію очікуваних результатів. Перспективи: оптимізація transformation, додавання унарних операцій, створення візуалізації. Робота поглибила розуміння теорії обчислень.