

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра МО ЭВМ**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №2**  
**по дисциплине «Информатика»**  
**Тема: Моделирование работы машины Тьюринга**

Студент гр. 0304

Докучаев Р.А.

Преподаватель

Берленко Т.А.

Санкт-Петербург  
2020

### **Цель работы.**

Изучить работу машины Тьюринга и смоделировать её работу на языке Python.

### **Задание.**

На вход программе подается строка неизвестной длины. Каждый элемент является значением в ячейке памяти ленты Машины Тьюринга.

На ленте находится троичное число, знак (плюс или минус) и троичная цифра.

Напишите программу, которая выполнит арифметическую операцию. Указатель на текущее состояние Машины Тьюринга изначально находится слева от числа (но не на первом его символе). По обе стороны от числа находятся пробелы. Результат арифметической операции запишите на месте первого числа.

Ваша программа должна вывести полученную ленту после завершения работы.

Алфавит:

- 0
- 1
- 2
- +
- -
- " " (пробел)

Соглашения:

1. Направление движения автомата может быть одно из R (направо), L (налево), N (неподвижно).

2. Число обязательно начинается с единицы или двойки.

3. Числа и знак операции между ними идут непрерывно.

4. Гарантируется, что в результате операции вычитания не может получиться отрицательного числа.

## Основные теоретические положения.

*Машина Тьюринга (МТ)* состоит из двух частей: *неподвижной бесконечной ленты (памяти)* и *автомата (процессора)*.

1. *Лента* используется для хранения информации. Она бесконечна в обе стороны и разбита на клетки, которые никак не нумеруются и не именуется. В каждой клетке может быть записан один символ или ничего не записано. Память пассивна: она ничего не делает, просто хранит данные.

2. *Алфавит ленты* - конечное множество всех возможных символов ленты. Если предположить, что видимые символы - весь алфавит ленты из примера выше, то мы имеем следующий алфавит:  $\{1, 0, +, 'a', ''\}$ . Последний символ - пустой, означает пустое содержимое клетки.

3. *Автомат* – это активная часть *Машины Тьюринга*. В каждый момент он размещается под одной из клеток ленты и видит её содержимое; это видимая клетка, а находящийся в ней символ – видимый символ; содержимое же соседних и других клеток автомат не видит.

Кроме того, в каждый момент автомат находится в одном из *состояний*, которые обычно обозначаются буквой  $q$  с номерами:  $q_0, q_1, q_2$  и т.д. Существует конечное число таких состояний.

*В каждом из состояний автомат выполняет какую-то конкретную операцию.* Существует заключительное состояние, в котором автомат останавливается.

*Автомат* за один такт (шаг) может выполнить следующие действия:

1. считать видимый символ;
2. записывать в видимую клетку новый символ (в том числе пустой символ);
3. сдвигаться на одну клетку влево или вправо («перепрыгивать» сразу через несколько клеток автомат не может);
4. перейти в следующее состояние.

Также были использованы цикл с предусловием *while*, методы для обработки входных данных и изменения списков, переменные.

## Выполнение работы.

1. Были созданы константы  $R, L, N$ , которые служат для движения автомата по ленте
2. Был создан набор инструкций для *машины Тьюринга*, который представлен в виде словаря, ключами которого являются различные значения *автомата*, а значениями – словари с ключами алфавита машины Тьюринга и значениями – списками действий для данного состояния и символа. Таблица состояний и расшифровка каждого из состояний представлена ниже:

Таблица 1. Таблица состояний машины Тьюринга.

Состояние	'0'	'1'	'2'	'+'	'-'	' '
q1	'0', R, 'q2'	'1', R, 'q2'	'2', R, 'q2'			' ', R, 'q1'
q2	'0', R, 'q2'	'1', R, 'q2'	'2', R, 'q2'	'+', R, 'q3'	'-', R, 'q6'	
q3	'0', N, 'qT'	'1', L, 'q4'	'2', L, 'q5'			
q4	'1', N, 'qT'	'2', N, 'qT'	'0', L, 'q4'	'+', L, 'q4'		'1', N, 'qT'
q5	'2', N, 'qT'	'0', L, 'q4'	'1', L, 'q4'	'+', L, 'q5'		
q6	'0', N, 'qT'	'1', L, 'q7'	'2', L, 'q8'			
q7	'2', L, 'q7'	'0', N, 'q9'	'1', N, 'q9'		'-', L, 'q7'	
q8	'1', L, 'q7'	'2', L, 'q7'	'0', N, 'q9'		'-', L, 'q8'	
q9	'0', L, 'q9'	'1', L, 'q9'	'2', L, 'q9'			' ', R, 'q10'
q10	' ', R, 'q10'	'1', N, 'qT'	'2', N, 'qT'		'-', L, 'q11'	
q11						'0', N, 'qT'

где:

q1 – начальное состояние автомата и одновременно состояние для пропуска пробелов

q2 – состояние для определения знака операции

q3 – состояние, которое определяет цифру, с которой выполняется сложение

q4 – сложение, при условии, что цифра принимает значение '1'

q5 – сложение, при условии, что цифра принимает значение '2'

q6 – состояние, которое определяет цифру, с которой выполняется вычитание

q7 – вычитание, при условии, что цифра принимает значение '1'

q8 – вычитание, при условии, что цифра принимает значение '2'

q9 – состояние, которое служит для перемещению к началу числа

q10 – состояние для удаления незначащих нулей

q11 – состояние для возвращения значащих нулей

qT – конечное состояние

3. Был создан массив *number*, в котором хранится лента *машины Тьюринга*, с помощью ввода (*input()*) и функции *list()*.
4. Была создана переменная *index*, которая отвечает за текущее положение *автомата машины Тьюринга*.
5. Была создана переменная *q*, которая отвечает за текущее состояние машины *машины Тьюринга*. Первоначально эта переменная в состоянии '*q1*'.
6. При помощи цикла *while* была преобразована исходная лента. Пока *q* не придёт к *конечному состоянию*, будет изменяться *состояние машины* и *положение автомата*, будут заменены значения.
7. Будет выведены строка, получаемая в результате выполнения программы, при помощи метода *.join()*.

### Тестирование.

Результаты тестирования представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
1.	122+2	201+2	ОК
2.	101-1	100-1	ОК
3.	10-2	1-2	ОК
4.	2+1	10+1	ОК

### Выводы.

Мы изучили принцип работы машины Тьюринга.

Мы смоделировали работу машины Тьюринга на языке python. В полученной программе, будет происходить считывание троичного числа и троичной цифры, а затем они либо будут сложены, либо будут вычтены. Полученный результат будет выведен пользователю.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

```
R = 1
N = 0
L = -1

number = list(input())
q = 'q1'
index = 0

table = {
    'q1': {
        '0': ['0', R, 'q2'],
        '1': ['1', R, 'q2'],
        '2': ['2', R, 'q2'],
        ' ': [' ', R, 'q1']
    },
    'q2': {
        '0': ['0', R, 'q2'],
        '1': ['1', R, 'q2'],
        '2': ['2', R, 'q2'],
        '+': ['+', R, 'q3'],
        '-': ['-', R, 'q6']
    },
    'q3': {
        '0': ['0', N, 'qT'],
        '1': ['1', L, 'q4'],
        '2': ['2', L, 'q5']
    },
    'q4': {
        '0': ['1', N, 'qT'],
        '1': ['2', N, 'qT'],
        '2': ['0', L, 'q4'],
        '+': ['+', L, 'q4'],
        ' ': ['1', N, 'qT']
    },
    'q5': {
        '0': ['2', N, 'qT'],
        '1': ['0', L, 'q4'],
        '2': ['1', L, 'q4'],
        '+': ['+', L, 'q5']
    },
    'q6': {
        '0': ['0', N, 'qT'],
        '1': ['1', L, 'q7'],
        '2': ['2', L, 'q8']
    }
}
```

```

    },
    'q7': {
        '0': ['2', L, 'q7'],
        '1': ['0', N, 'q9'],
        '2': ['1', N, 'q9'],
        '-': ['-', L, 'q7']
    },
    'q8': {
        '0': ['1', L, 'q7'],
        '1': ['2', L, 'q7'],
        '2': ['0', N, 'q9'],
        '-': ['-', L, 'q8']
    },
    'q9': {
        '0': ['0', L, 'q9'],
        '1': ['1', L, 'q9'],
        '2': ['2', L, 'q9'],
        ' ': [' ', R, 'q10']
    },
    'q10': {
        '0': [' ', R, 'q10'],
        '1': ['1', N, 'qT'],
        '2': ['2', N, 'qT'],
        '-': ['-', L, 'q11']
    },
    'q11': {
        ' ': ['0', N, 'qT']
    }
}

while q != 'qT':
    symbol, delta, q = table[q][number[index]]
    number[index] = symbol
    index += delta

print(''.join(number))

```