

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий  
институт

Кафедра «Информатика»  
кафедра

**ОТЧЕТ О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 7**

Исчисления и абстрактная интерпретация  
Тема

Преподаватель		Д. В. Личаргин
	Подпись, дата	Инициалы, Фамилия
Студент	КИ19-17/1Б, №031939174	А. К. Никитин
	Номер группы, зачетной книжки	Инициалы, Фамилия
	Подпись, дата	

Красноярск 2021

## **1 Цель**

Исследование проблем вычислимости без использования абстрактной машины Тьюринга.

## **2 Задачи**

Для достижения целей лабораторной работы было решено выполнить следующие задачи:

а) ознакомиться с теоретическими сведениями по проблемам вычислимости и разрешимости, а также метода абстрактной интерпретации;

б) получить у преподавателя собственный вариант задания, предусматривающего построение вычислителя заданной функции над целыми числами (1 часть), а также проведение абстрактной интерпретации (2 часть);

в) используя изученные механизмы, произвести программную реализацию вычислителя заданной математической функции для заданных аргументов, причем исключительно средствами примитивной и частичной рекурсии;

г) используя метод абстрактной интерпретации, для произвольной процедуры определить знаки всех переменных;

д) написать отчет и представить его к защите, которая может осуществляться как в аудитории, так и в исключительных случаях дистанционно.

## **3 Ход работы**

### **3.1 Часть 1**

#### **3.1.1 Описание варианта**

Функция:

$$f(x) = x^x, x \geq 0$$

### 3.1.2 Реализация

На листинге 1 представлен код программы с реализацией функции через примитивную и частичную рекурсию.

#### Листинг 1 – Реализация функции через рекурсию

```
def increment(a):  
    return a + 1  
  
def decrement(a):  
    if a == 0:  
        return 0  
    else:  
        return a - 1  
  
def add(a, b):  
    if b == 0:  
        return a  
    else:  
        return increment(add(a, decrement(b)))  
  
def mult(a, b):  
    if b == 0:  
        return 0  
    else:  
        return add(a, mult(a, decrement(b)))  
  
def pow(x, exp):  
    if exp == 0:  
        return increment(0)  
    else:  
        return mult(x, pow(x, decrement(exp)))  
  
def f(x):  
    return pow(x, x)
```

```
def main():
    while True:
        try:
            x = int(input("Введите x:\n"))
            if x <= 0:
                print('x must be greater than 0!')
                continue
            res = f(x)
            break
        except ValueError:
            print("x must be a number")
    print(f'f({x}) = {res}')

if __name__ == '__main__':
    main()
```

На рисунке 1 представлен пример работы программы.

```
D:\System\Desktop\Learning\Теория автоматов\Лаба7>python 1.py
Введите x:
4
f(4) = 256
```

Рисунок 1 – Работа программы для функции  $f(x) = x^x, x \geq 0$

## 3.2 Часть 2

### 3.2.1 Описание варианта

Абстрактная интерпретация процедуры нахождения корней квадратного уравнения  $2x^2 - 3x - 1 = 0$  при заданных параметрах a, b, c соответственно равных 2, -3, -1.

### 3.2.2 Реализация

На листинге 2 представлен код программы с реализацией абстрактной интерпретации.

Листинг 2 – Реализация абстрактной интерпретации

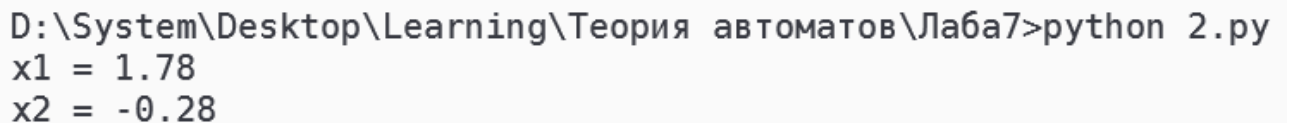
```
a = 2
b = -3
```

```
c = -1

d = b * b
d = d - 4 * a * c
s_d = d**(1/2)
x1 = (- 1 * b + s_d) / (2 * a)
x2 = (- 1 * b - s_d) / (2 * a)

print('x1 =', round(x1, 2))
print('x2 =', round(x2, 2))
```

На рисунке 2 представлен пример работы программы.



```
D:\System\Desktop\Learning\Теория автоматов\Лаба7>python 2.py
x1 = 1.78
x2 = -0.28
```

Рисунок 2 – Работа программы для функции абстрактной интерпретации

#### **4 Вывод**

Итогом выполнения данной лабораторной работы стала программная реализация степенной функции для решения задачи возведения аргумента в самого себя путем применения примитивной и частичной рекурсии. А также абстрактная интерпретация процедуры для вычисления уравнения.