МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет)

Факультет информатики
Кафедра программных систем

Дисциплина
Теория информации

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

Сжатие информации

Вариант №7

Студент: Гижевская В.Д.

Группа: 6413-020302D

Преподаватель: Додонов М.В
Оценка:
_____

Дата:
_____

Самара 2021

ЗАДАНИЕ

1. Сжать сообщение методом Хаффмана с блокированием. Вычислить EX, ML(X), ML(Xбл).

Здесь:

- EX–энтропия алфавита из букв сообщения,
- ML(X) –среднее количество элементарных символов на букву при сжатии методом Хаффмана,
- ML(Xбл) –среднее количество элементарных символов на букву при сжатии методом Хаффмана с блокированием.

2. Сжать сообщение адаптивным методом Хаффмана.

3. Сжать сообщение методами LZ77, LZSS, LZ78. Размер словаря –8 символов, буфера –5 символов. В некоторых вариантах в скобках указаны иные размеры словаря и буфера, относящиеся только к этим вариантам!

4. Сжать сообщение из задания №2 (только 10 букв!) арифметическим методом.

5. Распаковать сообщения, сжатые адаптивным методом Хаффмана и методами LZ77, LZSS, LZ78 и арифметическим методом. Задания для раскодировки метода Хаффмана, LZ77 и LZSS приведены ниже в таблицах. Арифметическим методом раскодировать своё закодированное слово. Для декодирования LZ78 обменяться кодами с одногруппником.

ХОД РАБОТЫ

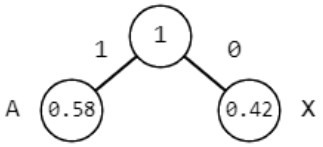
Задание 1

Сообщение: XAAAAXXAXAAX

Количество	X_i	Код	p_i	k_i
7	A	1	0.58	1
5	X	0	0.42	1

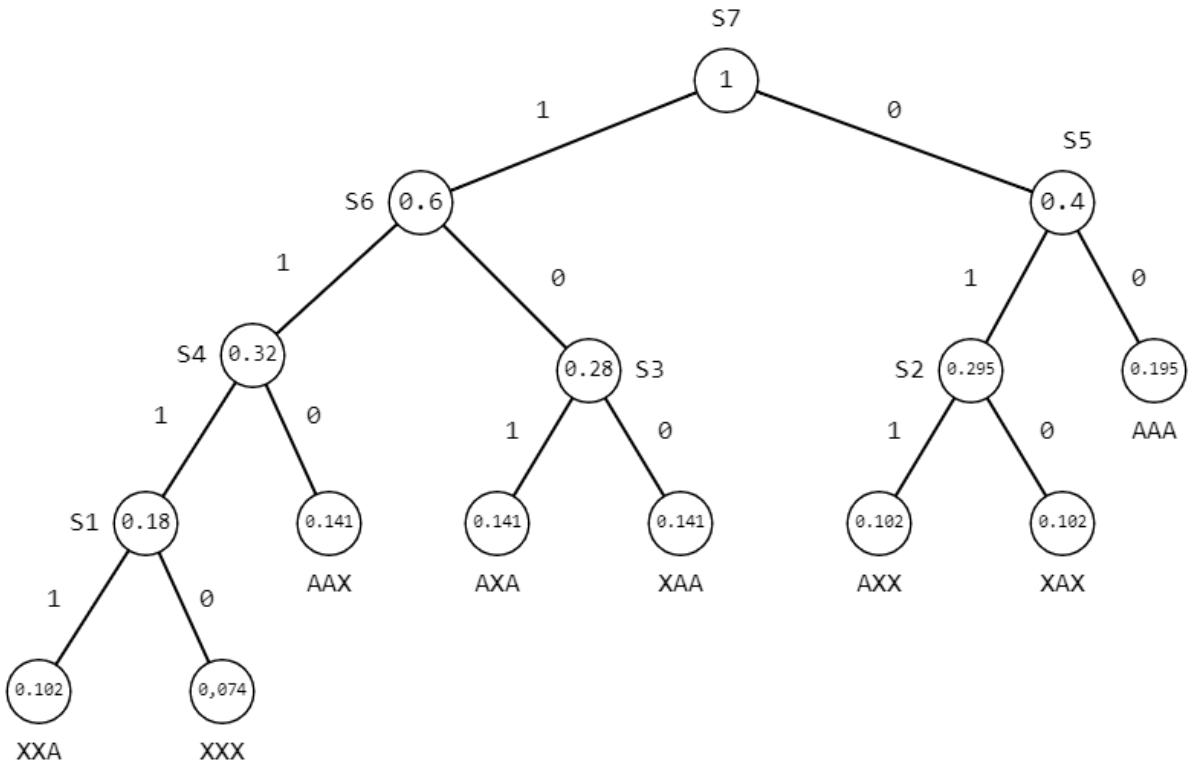
Энтропия алфавита из букв сообщения:

$$EX = -\sum_{1}^{2} p_i * \log_2 p_i \approx 0.982$$



Среднее количество элементарных символов на букву при сжатии методом Хаффмана:

$$ML(X) = \sum_{1}^{2} k_i * p_i = 1$$



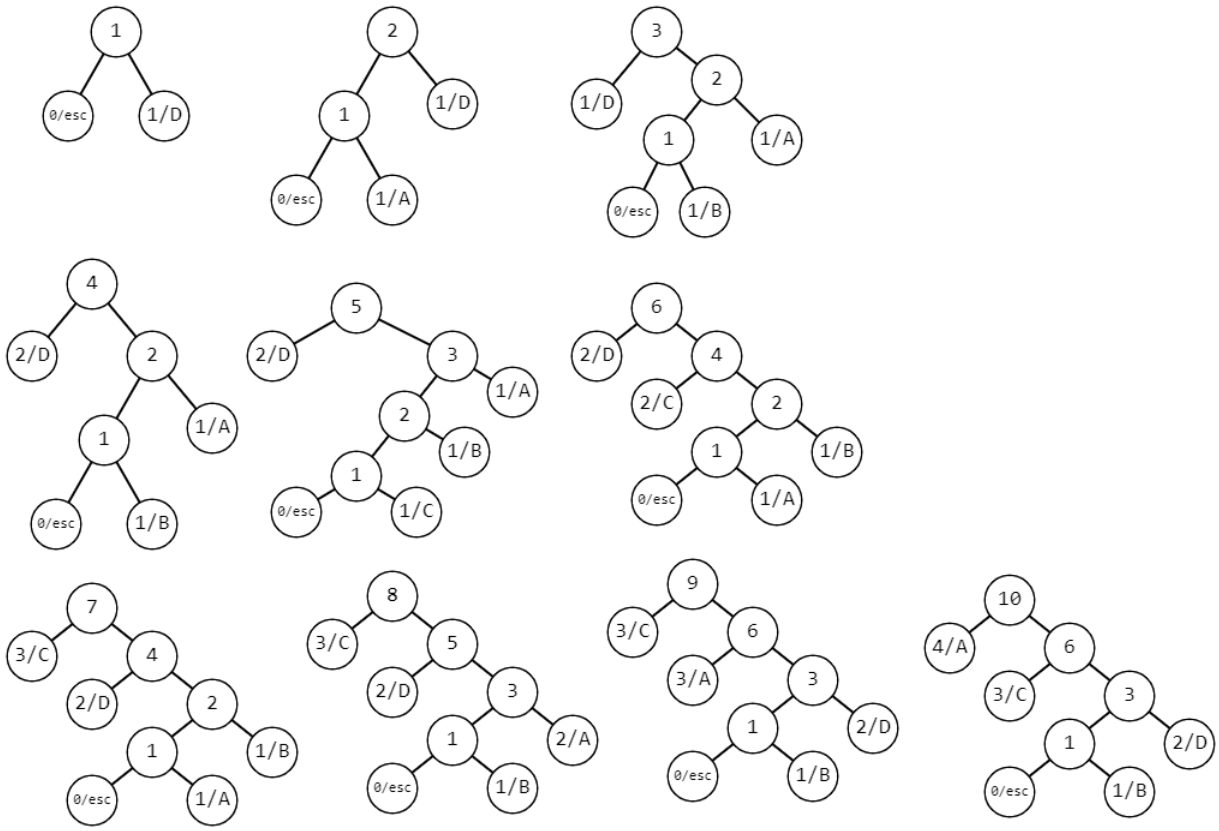
X_i	p_i	Код	k_i
AAA	0.195	00	2
AAX	0.141	110	3
AXA	0.141	101	3
AXX	0.102	011	3
XAA	0.141	100	3
XAX	0.102	010	3
XXA	0.102	1111	4
XXX	0.195	1110	4

Среднее количество элементарных символов на букву при сжатии методом Хаффмана с блокированием:

$$ML(X_{бл}) = \sum_{1}^{8} k_i * p_i = 0.992$$

Задание 2

Сообщение: DABDCCCAAA



Вх. данные	Вых. данные	№ дерева	Длина кода, бит
D	‘D’	1	8
A	0’A’	2	9
B	00’B	3	10
D	0	4	1
C	100’C’	5	11
C	1101	6	4
C	10	7	2
A	1101	8	4
A	111	9	3
A	10	10	2

Задание 3 – LZ77

Сообщение: ЗАБОР ЗАБОРИСТЫЙ

Размер словаря - 8, размер буфера - 6

Словарь (8)	Буфер (6)	Код
«_ _ _ _ _ _ _ _»	«ЗАБОР »	<0, 0, ‘З’>
«_ _ _ _ _ _ _ З»	«АБОР З»	<0, 0, ‘А’>
«_ _ _ _ _ _ ЗА»	«БОР ЗА»	<0, 0, ‘Б’>
«_ _ _ _ _ ЗАБ»	«ОР ЗАБ »	<0, 0, ‘О’>
«_ _ _ _ ЗАБО»	«Р ЗАБО»	<0, 0, ‘Р’>
«_ _ _ ЗАБОР»	« ЗАБОР»	<0, 0, ‘ ’>
«_ _ЗАБОР »	«ЗАБОРИ»	<2, 5, ‘И’>
«Р ЗАБОРИ»	«СТЫЙ_ _»	<0, 0, ‘С’>
«_ ЗАБОРИС»	«ТЫЙ_ _ _»	<0, 0, ‘Т’>
«ЗАБОРИСТ»	«ЫЙ_ _ _ _»	<0, 0, ‘Ы’>
«АБОРИСТЫ»	«Й_ _ _ _ _»	<0, 0, ‘Й’>

На рисунке 1 представлен результат работы программы.

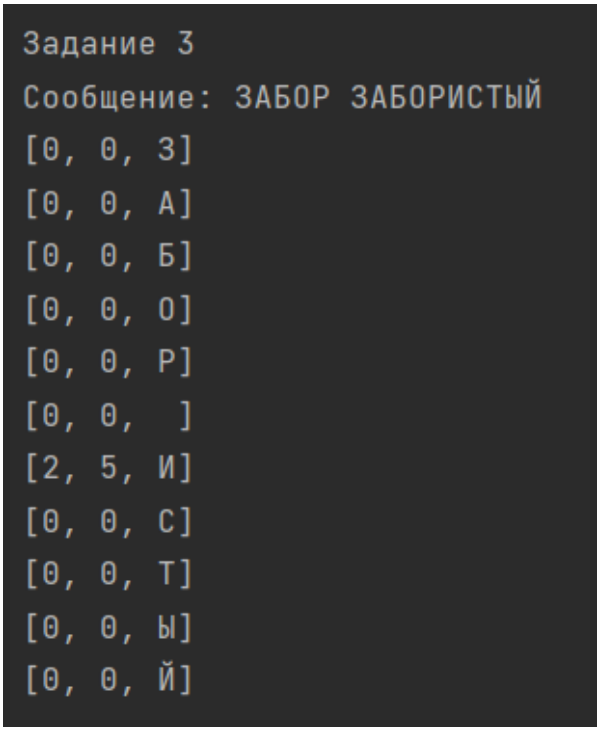


Рисунок 1 – Результат работы программы

Задание 3 – LZSS

Сообщение: ЗАБОР ЗАБОРИСТЫЙ

Размер словаря - 8, размер буфера - 6

Словарь (8)	Буфер (6)	Код	Длина кода
«_ _ _ _ _ _ _ _»	«ЗАБОР »	0, ‘З’	9
«_ _ _ _ _ _ _ З»	«АБОР З»	0, ‘А’	9
«_ _ _ _ _ _ ЗА»	«БОР ЗА»	0, ‘Б’	9
«_ _ _ _ _ ЗАБ»	«ОР ЗАБ »	0, ‘О’	9
«_ _ _ _ ЗАБО»	«Р ЗАБО»	0, ‘Р’	9
«_ _ _ ЗАБОР»	« ЗАБОР»	0, ‘ ’	9
«_ _ЗАБОР »	«ЗАБОРИ»	1 <2, 5>	7
«Р ЗАБОРИ»	«СТЫЙ_ _»	0, ‘С’	9
«_ ЗАБОРИС»	«ТЫЙ_ _ _»	0, ‘Т’	9
«ЗАБОРИСТ»	«ЫЙ_ _ _ _»	0, ‘Ы’	9
«АБОРИСТЫ»	«Й_ _ _ _ _»	0, ‘Й’	9

Задание 3 – LZ78

Сообщение: ЗАБОР ЗАБОРИСТЫЙ

Размер словаря - 8, размер буфера - 6

Входная фраза	Код	Позиция словаря
«»		0
«З»	< 0, ‘З’ >	1
«А»	< 0, ‘А’ >	2
«Б»	< 0, ‘Б’ >	3
«О»	< 0, ‘О’ >	4
«Р»	< 0, ‘Р’ >	5
« »	< 0, ‘ ’ >	6
«ЗА»	< 1, ‘А’ >	7
«БО»	< 3, ‘О’ >	8
«РИ»	< 5, ‘И’ >	9
«С»	< 0, ‘С’ >	10
«Т»	< 0, ‘Т’ >	11
«Ы»	< 0, ‘Ы’ >	12
«Й»	< 0, ‘Й’ >	13

Задание 4

Сообщение: DABDCCCAAA

A – 4 – 0.4

C – 3 – 0.3

D – 2 – 0.2

B – 1 – 0.1

Промежутки:

A [0 ; 0.4]

B [0.4 ; 0.7]

D [0.7 ; 0.9]

B [0.9 ; 1]

Буква	Δ	min	max
D	1	0,7	0,9
A	0,2	0,7	0,78
B	0,08	0,772	0,78
D	0,008	0,7776	0,7792
C	0,0016	0,77824	0,77872
C	0,00048	0,778432	0,778576
C	0,000144	0,7784896	0,7785328
A	0,0000432	0,7784896	0,77850688
A	0,00001728	0,7784896	0,778496512
A	0,000006912	0,7784896	0,7784923648

Закодированное сообщение: [0,7784896 ; 0,7784923648]

На рисунке 2 представлен результат работы программы.

```
Задание 4
Сообщение: DABDCCCAAA
Закодированное сообщение: [ 0,7784896 ; 0,7784923648 ]
```

Рисунок 2 – Результат работы программы

Задание 5 – адаптивный метод Хаффмана

Закодированное сообщение: 'р'0'о'00'а'0100'п'1100'н'011111111101

Вх. данные	Вых. данные	№ дерева
‘Р’	Р	1
0’О’	О	2
00‘А’	А	3
01	О	4
00‘П’	П	5
1	О	6
1	О	7
00‘Н’	Н	8

01	P	9
1	O	10
1	O	11
1	O	12
1	O	13
1	O	14
1	O	15
1	O	16
1	O	17
01	P	18

Раскодированное сообщение: роаопоонрооооооооор

Задание 5 – LZ77

Закодированное сообщение: <0,0,с> <0,0,о> <0,0,в> <0,0,а> <0,0, > <5,2,б> <5,1,к> <3,2,б> <5,2,е> <0,0,н> <4,3,к>

Размер словаря - 10

Раскодированное сообщение: сова собака бакен бак

Задание 5 – LZSS

Закодированное сообщение: [0'п'] [0'о'] [0'ж'] [0'а'] [0'р'] [0' '] [1<4,2>] [1<6,1>] [1<4,1>] [1<5,1>] [0'к'] [1<5,3>] [0'л'] [1<9,1>]

Размер словаря - 10

Раскодированное сообщение: пожар кора коралл

Задание 5 – LZ78 (вариант 17)

Закодированное сообщение: <0, К><0, И><0, С><0, О><0, Н><0, Ь><0, К><0, И> <0, _><1, И><0, С><0, -><1, И><0, С><1, И>

Размер словаря - 10

Раскодированное сообщение: КИСОНЬКИ КИС-КИСКИ

Задание 5 – арифметический метод

N: 0,7784896

Промежутки:

A [0 ; 0.4]

B [0.4 ; 0.7]

D [0.7 ; 0.9]

B [0.9 ; 1]

min	Буква	Δ
0,7784896	D	0,2
0,392448	A	0,4
0,98112	B	0,1
0,8112	D	0,2
0,556	C	0,3
0,52	C	0,3
0,4	C	0,3
6,02111E-13	A	0,4
1,50528E-12	A	0,4
3,76319E-12	A	0,4

Раскодированное сообщение: DABDCCCAAA

ЛИСТИНГ ПРОГРАММЫ

```
package com.company;
import java.io.IOException;
import java.text.DecimalFormat;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collections;

public class Main {
    public static void main(String[] args) throws IOException {

        String hoffman = "XAAAAXXAXAAX";
        String adapt = "DABDCCCAAA";
        String methodLZ = "ЗАБОР ЗАБОРИСТЫЙ";
        int sizeOfDictionary = 8;
        int sizeOfBuffer = 6;
        String decodAdapt = "'р'0'о'00'а'0100'п'1100'н'011111111101";
        String decodLZ77 = "<0,0,с> <0,0,о> <0,0,в> <0,0,а> <0,0, > <5,2,б> <5,1,к> <3,2,б> <5,2,е>
<0,0,н> <4,3,к>";
        String decodLZSS = "[0'п'] [0'о'] [0'ж'] [0'а'] [0'р'] [0' '] [1<4,2>] [1<6,1>] [1<4,1>] [1<5,1>] [0'к']
[1<5,3>] [0'л'] [1<9,1>]";
        //String decodLZ78 = "<0,0,с> <0,0,о> <0,0,в> <0,0,а> <0,0, > <5,2,б> <5,1,к> <3,2,б> <5,2,е>
<0,0,н> <4,3,к>";

        System.out.println("\nЗадание 1");
        Hoffman.methodHoffman(hoffman);
        System.out.println("\nЗадание 3");
        methodLZ77(methodLZ,sizeOfDictionary,sizeOfBuffer);
        System.out.println("\nЗадание 4");
        methodArifm(adapt);
    }

    public static ArrayList<ArrayList<String>> searchChars(String text){
        int numOfChars = text.length();
        String chars = "";
        ArrayList<ArrayList<String>> allChars = new ArrayList<>();
        for (int n = 0; n<numOfChars;n++){
            int numOfCurrChar = 0;
            ArrayList<String> currChar = new ArrayList<String>();
            char l = text.charAt(n);
```

```
            String el = String.valueOf(l);
            if (!chars.contains(el)){
                chars = chars + el;
                currChar.add(el);
                for (int m = 0; m<numOfChars;m++){
                    if (text.charAt(n)== text.charAt(m)){
                        numOfCurrChar++;
                    }
                }
                currChar.add(Integer.toString(numOfCurrChar));
                allChars.add(currChar);
            }
        }
        ArrayList<String> a,b;
        for (int i=0;i< allChars.size();i++){
            for (int j=0;j<allChars.size();j++){
                if (Integer.parseInt(allChars.get(i).get(1)) > Integer.parseInt(allChars.get(j).get(1))){
                    a = allChars.get(i);
                    b = allChars.get(j);
                    allChars.set(i,b);
                    allChars.set(j,a);
                }
            }
        }
        double startNum = 0;
        double end = 1;
        double dnn = end / numOfChars;
        double freq;
        allChars.get(0).add(Double.toString(startNum));
        for (int i=1;i<allChars.size();i++){
            int numOfCurrChar = Integer.parseInt(allChars.get(i-1).get(1));
            freq = dnn*numOfCurrChar;
            startNum = startNum +freq;
            allChars.get(i-1).add(Double.toString(startNum));
            allChars.get(i).add(Double.toString(startNum));
        }
        allChars.get(allChars.size()-1).add(Double.toString(end));
        return allChars;
    }
```

```
    public static void methodArifm(String text) {
        System.out.println("Сообщение: " + text);
        String chars = text;
        int numOfChars = text.length();
        ArrayList<ArrayList<String>> allChars = searchChars(chars);
        double min = 0;
        double max = 1;
        double delta;
        for (int n = 0; n<numOfChars;n++) {
            char l = text.charAt(n);
            String el = String.valueOf(l);
            for (int i=0;i<allChars.size();i++){
                String currEl = allChars.get(i).get(0);
                if (el.equals(currEl)){
                    delta = max - min;
                    double start = Double.parseDouble(allChars.get(i).get(2));
                    double end = Double.parseDouble(allChars.get(i).get(3));
                    max = min + delta*end;
                    min = min + delta*start;
                }
            }
        }
        DecimalFormat dfMin = new DecimalFormat("#.#######");
        DecimalFormat dfMax = new DecimalFormat("#.##########");
        System.out.println("Закодированное сообщение: [ " + dfMin.format(min) +" ;
"+dfMax.format(max)+" ]");
    }

    public static void methodLZ77(String text, int nSlov, int nBuff){
        System.out.println("Сообщение: " + text);
        ArrayList<ArrayList<String>> result = new ArrayList<>();
        ArrayList<String> slovar = new ArrayList<>();
        for (int i =0;i<nSlov;i++){
            slovar.add("_");
        }
        ArrayList<String> buffer = new ArrayList<>();
        for (int i=0;i<nBuff;i++){
            char l = text.charAt(i);
            String el = String.valueOf(l);
            buffer.add(el);
```

```
}
int currChar = nBuff;
int first = 0;
int second = 0;
do{
   String elemFromSlov = null;
   ArrayList<String> oneResult = new ArrayList<>();
   for (int i =0;i<nSlov;i++){
      if (buffer.get(0).equals(slovar.get(i))){
         elemFromSlov = buffer.get(0);
      }
   }
   if (buffer.get(0).equals(elemFromSlov)){
      second++;
      if (second==1){
         first = slovar.indexOf(elemFromSlov);
      }
      slovar.add(buffer.get(0));
      buffer.remove(0);
      slovar.remove(0);
      if (currChar<text.length()) {
         buffer.add(String.valueOf(text.charAt(currChar)));
      }
      currChar++;
   }
   else{
      oneResult.add(Integer.toString(first));
      oneResult.add(Integer.toString(second));
      oneResult.add(buffer.get(0));
      System.out.println(oneResult);
      result.add(oneResult);
      second = 0;
      first = 0;
      slovar.add(buffer.get(0));
      slovar.remove(0);
      if (currChar<text.length()) {
         buffer.add(String.valueOf(text.charAt(currChar)));
      }
      buffer.remove(0);
      currChar++;
```

```
            }

        }while (buffer.size()>0);
        //System.out.println("Закодированное сообщение: " + result);
    }
}

package com.company;
import java.util.*;

public class Hoffman {
    private static Map<Character, String> charPrefixHashMap = new HashMap<>();
    static HuffmanNode root;
    public static void methodHoffman(String text) {
        System.out.println("Сообщение: " + text);
        String encodeText = encode(text);
        System.out.println("Закодированное сообщение: " +encodeText);
    }
    public static void encodeHoffman(String text) {
        decode(text);
    }
    private static HuffmanNode buildTree(Map<Character, Integer> freq) {
        PriorityQueue<HuffmanNode> priorityQueue = new PriorityQueue<>();
        Set<Character> keySet = freq.keySet();
        for (Character c : keySet) {
            HuffmanNode huffmanNode = new HuffmanNode();
            huffmanNode.data = c;
            huffmanNode.frequency = freq.get(c);
            huffmanNode.left = null;
            huffmanNode.right = null;
            priorityQueue.offer(huffmanNode);
        }
        assert priorityQueue.size() > 0;
        while (priorityQueue.size() > 1) {
            HuffmanNode x = priorityQueue.peek();
            priorityQueue.poll();
            HuffmanNode y = priorityQueue.peek();
            priorityQueue.poll();
            HuffmanNode sum = new HuffmanNode();
            sum.frequency = x.frequency + y.frequency;
```

```
        sum.data = '-';
        sum.left = x;
        sum.right = y;
        root = sum;
        priorityQueue.offer(sum);
    }
    return priorityQueue.poll();
}


private static void setPrefixCodes(HuffmanNode node, StringBuilder prefix) {

    if (node != null) {
        if (node.left == null && node.right == null) {
            charPrefixHashMap.put(node.data, prefix.toString());

        } else {
            prefix.append('0');
            setPrefixCodes(node.left, prefix);
            prefix.deleteCharAt(prefix.length() - 1);

            prefix.append('1');
            setPrefixCodes(node.right, prefix);
            prefix.deleteCharAt(prefix.length() - 1);
        }
    }

}

private static String encode(String test) {
    Map<Character, Integer> freq = new HashMap<>();
    for (int i = 0; i < test.length(); i++) {
        if (!freq.containsKey(test.charAt(i))) {
            freq.put(test.charAt(i), 0);
        }
        freq.put(test.charAt(i), freq.get(test.charAt(i)) + 1);
    }

    root = buildTree(freq);
```

```
    setPrefixCodes(root, new StringBuilder());
    StringBuilder s = new StringBuilder();

    for (int i = 0; i < test.length(); i++) {
        char c = test.charAt(i);
        s.append(charPrefixHashMap.get(c));
    }

    return s.toString();
}

private static void decode(String s) {

    StringBuilder stringBuilder = new StringBuilder();

    HuffmanNode temp = root;

    System.out.println("Закодированное сообщение: " + s);

    for (int i = 0; i < s.length(); i++) {
        int j = Integer.parseInt(String.valueOf(s.charAt(i)));

        if (j == 0) {
            temp = temp.left;
            if (temp.left == null && temp.right == null) {
                stringBuilder.append(temp.data);
                temp = root;
            }
        }
        if (j == 1) {
            temp = temp.right;
            if (temp.left == null && temp.right == null) {
                stringBuilder.append(temp.data);
                temp = root;
            }
        }
    }

    System.out.println("Раскодированное сообщение: " + stringBuilder.toString());
```

```
    }
}
class HuffmanNode implements Comparable<HuffmanNode> {
    int frequency;
    char data;
    HuffmanNode left, right;

    public int compareTo(HuffmanNode node) {
        return frequency - node.frequency;
    }
}
```