

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

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №1**  
**по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»**  
**Тема: Рекурсия**

Студент гр. 9304

Кузнецов Р.В.

Преподаватель

Филатов А.Ю.

Санкт-Петербург

2018

### **Цель работы.**

Изучить рекурсивный подход к решению задач, научиться применять рекурсию.

### **Задание.**

Вариант 4.

Напечатать все перестановки заданных  $n$  различных натуральных чисел (или символов)

### **Описание работы алгоритма.**

На вход программа запрашивает у пользователя последовательность слов, разделенных пробелом. Вводимые данные должны быть различны. На первой строке в выводе программы записано количество слов в такой последовательности, на последующих через пробел выводятся все перестановки.

Для выполнения работы была реализована рекурсивная лямбда-функция `permutationGen`. Она захватывает по ссылке вектор строк `seq`, в котором хранятся исходные данные. Также по значению она принимает итератор на начало вектора строк `seq` и ссылку на себя, чтобы можно было реализовать рекурсию. Алгоритм ее работы довольно прост и заключается в перестановке каждого элемента с каждым: Для каждого элемента из вектора вызываются несколько таких же функций, для которых текущий элемент поменян местами со всеми последующими, затем эти два элемента меняются местами обратно. Если глубина такой рекурсии достигла такой точки, что перебраны уже все элементы вектора со всеми (`begin == seq.end()`), полученная последовательность выводится в `stdout`. Несмотря на то, что перестановки и замены местами производятся над одним и тем же вектором, по окончании работы функции он эквивалентен начальному, что экономит много памяти.

## Тестирование.

Для тестирования программы была написана еще одна программа на языке C++ и баш скрипт. Скрипт подает на вход программе тесты из папки *Tests*, представляющие собой *.txt* файлы с вводимыми данными и записывает результат в *result.txt*. Затем этот файл используется как входные данные для тестирующей программы. Она генерирует свой (гарантированно правильный) результат с помощью функции стандартной библиотеки *std::next\_permutation*, затем сравнивает эти два результата. Если они равны, то тест пройден, иначе выводится результат обоих алгоритмов с сообщением об ошибке. Для запуска тестирования нужно запустить скрипт *test.sh*. Этот скрипт сначала компилирует файлы из исходников (с помощью скрипта *compile.sh*), затем запускает эту проверочную систему. По окончании проверки, скомпилированные программы удаляются вместе с *result.txt*. Для операционной системы Linux были написаны аналогичные по функционалу *bash*-скрипты. Результат тестирования выводится в *stdout*. Таблица по результатам тестирования продолжается в приложении: Таблица Б.2.

Таблица Б.1 – Результат тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
1.	1	1 1	1 цифра
2.	a	1 a	1 буква
3.	a b	2 a b b a	2 буквы
4.	single	1 single	1 слово

## **Выводы.**

В процессе выполнения работы был изучен рекурсивный подход к решению задач. Также были получены навыки применения конструкций современного C++, таких как лямбда функции.

Была реализована программа, рекурсивным методом выводящая все перестановки вводимых данных. Также была реализована тестирующая программа, проверяющая правильность выводимого результата, и пара *bash*-скриптов, упрощающих использование программы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: main.cpp

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <iterator>
#include <string>
#include <algorithm>

template <typename T>
std::ostream& operator<<(std::ostream & out, const std::vector<T> &
seq) {
    out << *seq.begin();
    for (auto it = seq.begin() + 1; it != seq.end(); it++) {
        out << " " << *it;
    }
    return out;
}

template <typename T>
std::istream& operator>>(std::istream& in, std::vector<T>& seq) {
    while (std::cin.peek() != '\n')
    {
        std::string tmp;
        in >> tmp;
        seq.emplace_back(std::move(tmp));
    }
    return in;
}

int main() {
    std::vector<std::string> seq;
    std::cin >> seq;
    std::cout<<seq.size()<<"\n";
    auto permutationGen = [&seq](std::vector<std::string>::iterator
begin, auto && permutationGen) {
        //printing
        if (begin == seq.end()) {
            std::cout << seq << '\n';
            return;
        }
        //recourse block
        for (auto i = begin; i != seq.end(); i++) {
            std::swap(*begin, *i);
            permutationGen(begin + 1, permutationGen);
            std::swap(*begin, *i);
        }
    };

    permutationGen(seq.begin(), permutationGen);
    return 0;
}
```

## Название файла: unitTests.cpp

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <set>
#include <vector>
#include <string>
#include <algorithm>
#include <sstream>
#include <iterator>

unsigned GLwordsInSeq;

std::istream& operator>>(std::istream& in, std::vector<std::string>&
seq) {
    for (int i = 0; i < GLwordsInSeq; i++) {
        std::string tmp;
        in >> tmp;
        seq.emplace_back(std::move(tmp));
    }
    char c[1];
    in.getline(c, 1);
    return in;
}

std::istream& operator>>(std::istream& in, std::string& seq) {
    getline(in, seq);
    return in;
}

unsigned fact(int n) {
    unsigned res = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++)
        res *= i;
    return res;
}

template <typename T>
std::ostream& operator<<(std::ostream & out, const std::vector<T> &
seq) {
    out << *seq.begin();
    for (auto it = seq.begin() + 1; it != seq.end(); it++) {
        out << " " << *it;
    }
    return out;
}

template<typename T>
std::string str(T begin, T end)
{
    std::stringstream ss;
    for (bool first = true; begin != end; begin++)
    {
        if (!first)
            ss << " ";
        ss << *begin;
        first = false;
    }
}
```

```

    }
    return ss.str();
}

int main() {
    std::cin >> GLwordsInSeq;
    unsigned GLnumOfSeqs = fact(GLwordsInSeq);
    std::vector<std::string> seq;
    std::cin >> seq;
    std::cout << "Running test [" << seq << "]...\n";
    std::set<std::string> myPermutations, truePermutations;
    myPermutations.insert(str(seq.begin(), seq.end()));
    unsigned permCount = GLnumOfSeqs;
    for (int i = 0; i < permCount - 1; i++) {
        std::string tmp;
        std::cin >> tmp;
        if (myPermutations.count(tmp)) {
            std::cout << "Test failed: your algorithm generated
identical permutations\n";
            return 0;
        }
        myPermutations.emplace(std::move(tmp));
    }
    std::sort(seq.begin(), seq.end());
    do {
        truePermutations.insert(str(seq.begin(), seq.end()));
    } while (std::next_permutation(seq.begin(), seq.end()));
    std::vector<std::string> diff;
    std::set_difference(myPermutations.begin(),
myPermutations.end(),
                        truePermutations.begin(), truePermutations.end(),
std::inserter(diff, diff.begin()));
    if (!diff.size() && myPermutations.size() ==
truePermutations.size()) {
        std::cout << "Test: completed successfully\n";
        return 0;
    }

    std::cout << "your alg ans\n";
    for (auto it = myPermutations.begin(); it !=
myPermutations.end(); it++)
        std::cout << *it << "\n";
    std::cout << "-----\n";
    std::cout << "true ans\n";
    for (auto it = truePermutations.begin(); it !=
truePermutations.end(); it++)
        std::cout << *it << "\n";
    std::cout << "-----\n";
    std::cout << "Test [" << seq << "] completed successfully\n\n";
}

```

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ТЕСТИРОВАНИЕ

Таблица Б.2 – Результат тестирования

№ п/п	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
5.	a b c d	4 a b c d a b d c a c b d a c d b a d c b a d b c b a c d b a d c b c a d b c d a b d c a b d a c c b a d c b d a c a b d c a d b c d a b c d b a d b c a d b a c d c b a d c a b d a c b d a b c	4 символа
6.	1 20 30	3 1 20 30 1 30 20 20 1 30 20 30 1	3 числа



		30 20 1 30 1 20	
7.	as i said	3 as i said as said i i as said i said as said i as said as i	3 слова
8.	there is no anime	4 there is no anime there is anime no there no is anime there no anime is there anime no is there anime is no is there no anime is there anime no is no there anime is no anime there is anime no there is anime there no no is there anime no is anime there no there is anime no there anime is no anime there is no anime is there anime is no there anime is there no anime no is there anime no there is anime there no is anime there is no	4 слова

9.	like at all	3 like at all like all at at like all at all like all at like all like at	3 слова
10.	mixed 1 input 2	4 mixed 1 input 2 mixed 1 2 input mixed input 1 2 mixed input 2 1 mixed 2 input 1 mixed 2 1 input 1 mixed input 2 1 mixed 2 input 1 input mixed 2 1 input 2 mixed 1 2 input mixed 1 2 mixed input input 1 mixed 2 input 1 2 mixed input mixed 1 2 input mixed 2 1 input 2 mixed 1 input 2 1 mixed 2 1 input mixed 2 1 mixed input 2 input 1 mixed 2 input mixed 1 2 mixed input 1 2 mixed 1 input	2 слова и 2 числа в одном тесте