

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики»  
(СибГУТИ)

Кафедра телекоммуникационных систем и вычислительных средств  
(ТС и ВС)

Расчетно-графическое задание  
по дисциплине  
*«Программирование»*

Студент:  
*Группа ИКС-433*

*С.А. Демин*

Преподаватель:  
*Преподаватель*

*А.И. Вейлер*

Новосибирск 2025

# СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ .....	2
1 ВВЕДЕНИЕ .....	3
1.1 Задача .....	3
1.2 Критерии оценки .....	3
1.3 Анализ задачи .....	4
1.3.1 Математическая модель .....	4
1.3.2 Псевдокод .....	4
1.3.3 Алгоритм .....	5
2 РЕАЛИЗАЦИЯ .....	6
2.1 Структура программы .....	6
2.2 Тестирование .....	6
2.2.1 Результаты тестирования .....	6
2.3 Примеры работы .....	6
2.4 Исходный код .....	8
2.4.1 main.c .....	8
2.4.2 functions.c .....	8
2.4.3 triangle.h .....	9
2.4.4 test_triangle.c .....	9
2.4.5 CMakeLists.txt .....	10
3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	12

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Треугольные числа — это последовательность чисел, которые можно представить в виде равностороннего треугольника.  $n$ -ное треугольное число равно сумме натуральных чисел от 1 до  $n$ . Данная работа посвящена разработке программы на языке C, вычисляющей треугольные числа с использованием рекурсивного подхода.

## 1.1 Задача

Разработать программу Triangle, вычисляющую  $n$ -ное треугольное число. Программа должна:

- Принимать в качестве аргумента командной строки значение  $n$
- Реализовать рекурсивный алгоритм вычисления треугольного числа
- Осуществлять динамическое выделение памяти под входные данные
- Выводить результат на экран и в файл в виде графического представления треугольника
- Обрабатывать возможные ошибки ввода

## 1.2 Критерии оценки

- **Удовлетворительно**: алгоритм без рекурсии, без динамического выделения памяти
- **Хорошо**: рекурсивный алгоритм с динамическим выделением памяти
- **Отлично**: рекурсивный алгоритм, динамическое выделение памяти, вывод в файл графического представления

## 1.3 Анализ задачи

### 1.3.1 Математическая модель

Треугольное число  $T_n$  вычисляется по формуле:

$$T_n = \sum_{k=1}^n k = 1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

### 1.3.2 Псевдокод

```
Function triangularNumberRecursive(n):
```

```
    If n == 1:
```

```
        Return 1
```

```
    Else:
```

```
        Return n + triangularNumberRecursive(n - 1)
```

```
Function validateInput(argc, argv):
```

```
    If argc == 2:
```

```
        Return True
```

```
    Else:
```

```
        Return False
```

```
Function parseInput(n_str):
```

```
    Return integer(n_str)
```

```
Function printTriangleToFile(n):
```

```
    Open file "triangle.txt" for writing
```

```
    If file opening fails:
```

```
        Print "Error opening triangle.txt for writing."
```

```
        Exit program with code 1
```

```
    For i from 1 to n:
```

```
        For j from 0 to i-1:
```

```
            Write "  " to file
```

```
        Write newline to file
```

```
Close file
```

```
Function printUsage(programName):
```

```
    Print "Usage: " + programName + " <n>"
```

```
Main program:
```

```
    If not validateInput(argc, argv):
```

```
        printUsage(argv[0])
```

```
        Exit with code 1
```

```
    n = parseInput(argv[1])
```

```
    If n <= 0:
```

```
        Print "n must be a positive integer."
```

```
        Exit with code 1
```

```
    triangularNumber = triangularNumberRecursive(n)
```

```
    Print "Triangular number for n = " + n + ": " + triangularNumber
```

```
    printTriangleToFile(n)
```

```
    Print "Triangle saved to triangle.txt"
```

### 1.3.3 Алгоритм

Основные этапы:

1. Получение входного параметра n
2. Проверка корректности входных данных
3. Рекурсивное вычисление треугольного числа
4. Вывод результата
5. Создание графического представления в файле

## 2 РЕАЛИЗАЦИЯ

### 2.1 Структура программы

Программа состоит из 3 файлов:

- main.c - файл с главной функцией
- functions.c - файл с функциями
- triangle.h - файл с заголовками функций

Во всех этих файлах содержится реализации:

- Функции для нахождения числа рекурсивно
- Функции для проверки количества аргументов
- Функция для преобразования аргумента в число
- Функция для вывода треугольника в файл
- Функция для вывода подсказки
- Главная функция

### 2.2 Тестирование

№	Входные данные	Вывод программы
1	./main	Формат ввода: ./main <n>
2	./main abc	n должно быть положительным целым числом.
3	./main -5	n должно быть положительным целым числом.
4	./main 5	Треугольное число для n = 5: 15
5	./main 10	Треугольное число для n = 10: 55

#### 2.2.1 Результаты тестирования

- Все тесты пройдены успешно
- Обработка ошибок работает корректно
- Файл создаётся в нужном формате

### 2.3 Примеры работы

```

segoga@desktop:/mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora$ ./main
Формат ввода: ./main <n>
segoga@desktop:/mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora$ ./main abc
n должно быть положительным целым числом.
segoga@desktop:/mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora$ ./main -5
n должно быть положительным целым числом.
segoga@desktop:/mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora$ ./main 5
Треугольное число для n = 5: 15
Треугольник записан в файл triangle.txt
segoga@desktop:/mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora$ ./main 10
Треугольное число для n = 10: 55
Треугольник записан в файл triangle.txt

```

Рисунок 1 — Запуск программы в разных режимах

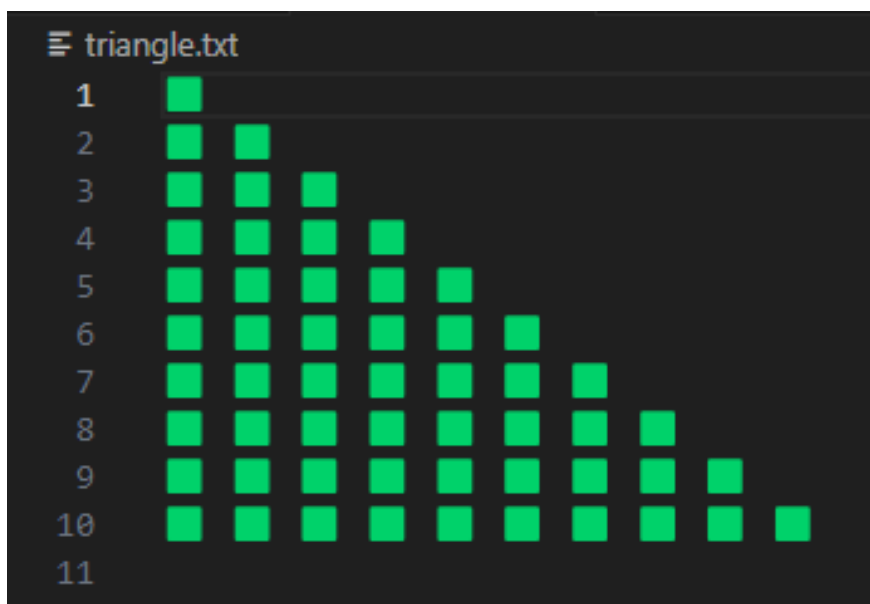


Рисунок 2 — Содержимое файла triangle.txt

```

segoga@desktop:/mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora/build$ ./test_triangle
[=====] tests: Running 3 test(s).
[ RUN      ] test_calculation
[      OK   ] test_calculation
[ RUN      ] test_validation
[      OK   ] test_validation
[ RUN      ] test_parsing
[      OK   ] test_parsing
[=====] tests: 3 test(s) run.
[ PASSED   ] 3 test(s).
segoga@desktop:/mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora/build$ ctest
Test project /mnt/c/Users/sergx/OneDrive/Desktop/PFP npora/build
Start 1: run_tests
1/1 Test #1: run_tests ..... Passed    0.00 sec

100% tests passed, 0 tests failed out of 1

Total Test time (real) = 0.02 sec

```

Рисунок 3 — Запуск 2 версии тестов

## 2.4 Исходный код

### 2.4.1 main.c

```
#include "triangle.h"

int main(int argc, char *argv[]) {
    if (!validateInput(argc, argv)) {
        printUsage(argv[0]);
        return 1;}

    int n = parseInput(argv[1]);
    if (n <= 0) {
        fprintf(stderr, "n must be positive\n");
        return 1;}

    int triangularNumber = triangularNumberRecursive(n);
    printf("triangular number for n = %d: %d\n", n, triangularNumber);

    printTriangleToFile(n);
    printf("triangle saved to triangle.txt\n");}
```

### 2.4.2 functions.c

```
#include "triangle.h"

int triangularNumberRecursive(int n) {
    if (n == 1) {
        return 1;}
    return n + triangularNumberRecursive(n - 1);}

bool validateInput(int argc, char *argv[]) {
    return argc == 2;}

int parseInput(char *n_str) {
```



```

        return atoi(n_str);}

void printTriangleToFile(int n) {
    FILE *fp = fopen("triangle.txt", "w");
    if (fp == NULL) {
        fprintf(stderr, "                triangle.txt                .\n");
        exit(1);}

    for (int i = 1; i <= n; ++i) {
        for (int j = 0; j < i; ++j) {
            fprintf(fp, "    ");}
        fprintf(fp, "\n");}
    fclose(fp);}

void printUsage(char *programName) {
    fprintf(stderr, "                : %s <n>\n", programName);}

```

### 2.4.3 triangle.h

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdbool.h>
#include <stdbool.h>

int triangularNumberRecursive(int n);
bool validateInput(int argc, char *argv[]);
int parseInput(char *n_str);
void printTriangleToFile(int n);
void printUsage(char *programName);
int triangularNumberRecursive(int n);

```

### 2.4.4 test\_triangle.c

```

#include <stdarg.h>
#include <stddef.h>

```

```

#include <setjmp.h>
#include <cmocka.h>
#include "triangle.h"

static void test_calculation(void **state) {
    (void)state;
    assert_int_equal(triangularNumberRecursive(1), 1);
    assert_int_equal(triangularNumberRecursive(5), 15);
    assert_int_equal(triangularNumberRecursive(10), 55);}

static void test_validation(void **state) {
    (void)state;
    char *valid[] = {"program", "5"};
    assert_true(validateInput(2, valid));
    char *invalid[] = {"program"};
    assert_false(validateInput(1, invalid));}

static void test_parsing(void **state) {
    (void)state;
    assert_int_equal(parseInput("5"), 5);
    assert_int_equal(parseInput("0"), 0);
    assert_int_equal(parseInput("abc"), 0);}

int main(void) {
    const struct CMUnitTest tests[] = {
        cmocka_unit_test(test_calculation),
        cmocka_unit_test(test_validation),
        cmocka_unit_test(test_parsing),};
    return cmocka_run_group_tests(tests, NULL, NULL);}

```

### 2.4.5 CMakeLists.txt

```

cmake_minimum_required(VERSION 3.10)
project(triangular_project LANGUAGES C)

```

```
set(CMAKE_C_STANDARD 11)
set(CMAKE_C_STANDARD_REQUIRED ON)

enable_testing()

add_executable(main main.c functions.c)

find_package(cmocka REQUIRED)

add_executable(test_triangle test_triangle.c functions.c)

target_link_libraries(test_triangle PRIVATE cmocka)
add_test(NAME run_tests COMMAND test_triangle)
```

### 3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы была разработана программа, соответствующая критериям оценки ”отлично”.

Программа:

- Корректно вычисляет треугольные числа рекурсивным методом
- Обрабатывает ошибки ввода
- Создаёт графическое представление результата