

Программирование

Жуйков Артем

17 декабря 2015 г.

Глава 1

Основные конструкции языка

1.1 Задание 1

1.1.1 Задание

Найти длину отрезка, соединяющего точки на плоскости с координатами (x_1, y_1) и (x_2, y_2) .

1.1.2 Теоретические сведения

Для вычисления длины отрезка по заданным координатам концов воспользуемся формулой:

$$l = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1.1)$$

и подключим библиотеку `math.c`.

1.1.3 Проектирование

Введем функцию `"void length_of_segment_ui()"`, которая будет отвечать за взаимодействие с пользователем. Из консоли сначала считаем координаты (x_1, y_1) первой точки и запишем их в соответствующие переменные `x_1` и `y_1`. Координаты второй точки запишем в переменные `x_2`, `y_2` соответственно. Выделим функцию, которая получает четыре параметра - координаты точек и возвращает расстояние между ними: `"float length_of_segment(int a, int b, int c, int, d)"`. Будем выводить его в консоль с точностью до двух знаков после запятой.

1.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Среда разработки: QtCreator.

Компилятор: gcc.

Операционная система: Debian.

Для проверки работы программы использовалось ручное тестирование, а так же автоматическое. Результаты автоматического тестирования

1.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

Описание хода ручного тестирования:

1. Пусть координаты первой точки равны $(0, 0)$, а координаты второй точки - $(3, 4)$. Тогда длина отрезка, соединяющего эти точки будет равна:

$$l = \sqrt{(3 - 0)^2 + (4 - 0)^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5 \quad (1.2)$$

Для таких исходных данных программа вывела 5.00, что соответствует ожидаемому результату.

2. Пусть координаты первой точки - $(-1, -2)$, а координаты второй точки - $(30, 52)$. Вычислим расстояние между точками в этом случае:

$$l = \sqrt{(30 - (-1))^2 + (52 - (-2))^2} = \sqrt{31^2 + 54^2} = \sqrt{3877} \approx 62,26656... \quad (1.3)$$

Программа вывела число 60.27, что с учетом введенного округления соответствует ожидаемому результату.

3. Пусть координаты первой точки $(16, 16)$, координаты второй точки $(-4, -10)$. Тогда расстояние между точками равно:

$$l = \sqrt{(16 - (-4))^2 + (16 - (-10))^2} = \sqrt{1076} \approx 32,80244... \quad (1.4)$$

Программа вывела число 32,80, что с учетом округления соответствует ожидаемому результату.

1.1.6 Выводы

В ходе работы над задачей получил новые знания о языке C. Научился пользоваться функцией дебага в среде QtCreator. Написанная программа была протестирована. Результаты всех тестов соответствуют ожидаемым результатам, следовательно, можно сделать вывод, что программа работает верно.

1.2 Задание 2

1.2.1 Задание

Найти корни биквадратного уравнения: $y = ax^4 + bx^2 + c$.

1.2.2 Теоретические сведения

Обозначим исходное уравнение (1).

Чтобы найти корни биквадратного уравнения, можно решить его, как квадратное, относительно x^2 , т.е

$$a(x^2)^2 + bx^2 + c = 0, (2)$$

При этом корнем уравнения (2) будем называть x^2 . Уравнение (1) будет иметь корни, если хотя бы один корень уравнения (2) неотрицателен.

Рассмотрим уравнение (2). Уравнение имеет корни (или не имеет их) в зависимости от дискриминанта.

Если дискриминант меньше нуля, то уравнение (2), а следовательно и уравнение (1), не будет иметь решений. В этом случае сразу известен ответ задачи: исходное уравнение не имеет решений.

Если дискриминант равен нулю, то корни уравнения (2) не зависят от него. ($x^2 = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$, где $D = 0$). При этом биквадратное уравнение будет иметь два корня, если $x^2 > 0$; один корень (равный нулю), если $x^2 = 0$ или не иметь корней, если $x^2 < 0$.

Если дискриминант больше нуля, то уравнение (2) имеет два корня. Возможны случаи:

если оба корня отрицательны, то уравнение (1) не имеет решений;

если один корень отрицательный, а другой равен нулю, то исходное уравнение имеет единственный корень, равный нулю;

если один корень равен нулю, а второй положительный, то уравнение (1) имеет три корня, один из которых - нуль;

если оба корня положительны, то уравнение (1) имеет четыре корня.

1.2.3 Проектирование

Пусть a, b, c - коэффициенты биквадратного уравнения.

Создадим структуру `Solutions_of_equation`, в которую в последующем запишем корни (максимум 4). Помимо значения корней будем хранить в ней и их существование. Для этого у каждого корня будет соответствующее поле равно еденице, если корень существует и нулю в противном

случае. Если корня не существует, то он не выведется в ответе. Также корень не будет напечатан, если он равен корню, выведенному ранее.

1. Функция `void solution_of_equation_ui()` отвечает за взаимодействие с пользователем. Она считывает коэффициенты уравнения из консоли и вызывает функцию `int solve_the_equation(int a, int b, int c, struct Solutions_of_equations* f)`. Введем функцию, вычисляющую дискриминант уравнения: `int sign_discriminant(int a, int b, int c)`. Функция вернет нуль, если дискриминант отрицательный и единицу, если дискриминант больше либо равен нулю.
2. Функция `int solve_the_equation(int a, int b, int c, struct Solutions_of_equations* f)` (при $a \neq 0$) будет анализировать значение, которое вернула предыдущая функция, и, в зависимости от него, вызывать соответствующую функцию. Если дискриминант меньше нуля функция возвращает нуль. В противном случае, функция вызовет функцию `void calculating_of_solutions(int, int, int, struct Solutions_of_equation*)` и вернет единицу.
3. Функция `void calculating_of_solutions(int, int, int, struct Solutions_of_equation*)` вычисляет корни уравнения, записывает их в структуру, а также обозначает их существование путем присваивания единицы в соответствующее поле структуры. В конце работы функция вызывает функцию `void analysis_of_solutions(struct Solutions_of_equation*)`.
4. Функция `void analysis_of_solutions(struct Solutions_of_equation*)` анализирует полученные в структуре корни: если какие-то два корня равны и при этом существуют оба, то функция присвоит нуль в поле структуры, отвечающее за существование корня. Таким образом корень не будет выводиться дважды.

После работы всех функций, мы вернемся в функцию `solution_of_equation_ui`. Она выведет решения уравнения, если функция `solve_the_equation` вернула 1 или выведет на экран "Не имеет решений", если последняя функция вернула 0.

Для корней уравнения используем тип `float` и будем выводить их с точностью до двух знаков после запятой.

1.2.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Среда разработки: QtCreator.
Компилятор: gcc.
Операционная система: Debian.
При решении задачи использовалось автоматическое тестирование.

1.2.5 Тестовый план и результаты тестирования

Результаты автоматического тестирования тестирования:

Входные данные	Результат работы программы	Ожидаемый результат
1 -3 2	1.41; -1.41; 1.00; -1.00	1.41; -1.41; 1; -1
2 -8 0	2.00; -2.00; 0	0; 2; -2
1 0 0	0	0

Таким образом, программа успешно прошла все представленные тесты.

1.2.6 Выводы

Решая эту задачу, я научился разделять одну сложную программу на несколько функций. Одни из них отвечают за математику, другие - за взаимодействие с пользователем.

Глава 2

Циклы

2.1 Задание 1

2.1.1 Задание

Вывести на экран таблицу пересчета миль в километры и обратно до заданного расстояния в километрах, по возрастанию расстояний, как указано в примере (1 миля = 1.609 км). Пример для 5 километров:

мили км

0.62 1.00

1.00 1.61

1.24 2.00

1.86 3.00

2.00 3.22

2.49 4.00

3.00 4.83

3.11 5.00

2.1.2 Теоретические сведения

Для решения задачи воспользуемся циклом с предусловием. Будем выводить значения миль и километров, если хотя бы одно из них целое число. Повторяем это до тех пор, пока километры не станут больше необходимого числа.

2.1.3 Проектирование

За взаимодействие с пользователем будет отвечать функция `void km_to_miles_ui()`. Она же будет проверять, является ли натуральным введенное число километров. В случае, если введенное число не удовлетворяет данному условию, программа прекращает работу и выводит сообщение об ошибке. Если введенное число километров является натуральным числом, запускается функция `void km_to_miles(int km)`, которая считает и выводит необходимую таблицу до заданного числа километров. Передадим функции это число, как параметр.

Рассмотрим функцию `void km_to_miles(int)`. Начальные значения миль и километров равны 0.62 и 1.00 соответственно.

В цикле будем выполнять следующие действия:

Выведем строку со значениями миль и километров, при этом число километров всегда будет целое. (Обозначим эту строку "*"). Пока число километров не станет больше нужного числа, будем увеличивать его на единицу. Затем пересчитаем соответствующее число миль по формуле: $\text{мили} = \frac{km}{1.609}$, где km - число километров.

Чтобы в таблице были не только целые значения километров, но и целые значения миль, в начале каждой итерации цикла будем проверять, не стало ли текущее значение миль больше целого. Для этого будем сравнивать его с переменной, содержащей следующее целое число миль, которое необходимо вывести с соответствующим значением числа километров. (Пусть это переменная m). Изначально ее значение равно единице, т.к это следующее целое число миль для 0.62.

Если число миль "перескочило" через m , то перед тем, как вывести строку (*), выведем строку для целого числа миль, которое находится в m . Тогда число километров для этой строки будет равно: $\text{километры} = 1.609 * \text{мили} = 1.609 * m$. Тут же увеличим m на единицу.

После проверки условия, выведем строку "*" увеличим километры на единицу, пересчитаем число миль для нового значения километров и перейдем к следующей итерации цикла.

Будем выводить таблицу в консоль. Числа - с точностью до двух знаков после запятой. Так мы выведем таблицу по образцу, представленном в условии задания.

2.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Среда разработки: QtCreator.
Компилятор: gcc.

Операционная система: Debian.

При решении задачи использовалось ручное тестирование.

2.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

Передадим программе число 11. Программа выводит:

Мили Километры

0.62	1.00
1.00	1.61
1.24	2.00
1.86	3.00
2.00	3.22
2.49	4.00
3.00	4.83
3.11	5.00
3.73	6.00
4.00	6.44
4.35	7.00
4.97	8.00
5.00	8.04
5.59	9.00
6.00	9.65
6.22	10.00
6.84	11.00

Визуально таблица соответствует примеру из условия. Заметим, что до пяти километров программа дает верный ответ. Посчитаем, например, значение миль для 8.00 километров. Мили = $\frac{8.00}{1.609} = 4.9720...$ С учетом округления, то же число напечатано в таблице. Для 11.00 километров число миль равно: $\frac{11.00}{1.609} = 6,83654...$, что соответствует табличному.

2.1.6 Выводы

При написании программы удалось избежать перебора значений километров с шагом 0.001, вычисления соответствующего значения миль и вывода строки, если одно из них целое. Программа корректно выводит на экран таблицу пересчета миль в километры и обратно до заданного расстояния в километрах, по возрастанию расстояний.

Глава 3

Матрицы

3.1 Задание 1

3.1.1 Задание

Каждый элемент a_{ij} матрицы $A(m, n)$ заменить суммой элементов подматрицы $A'(i, j)$, расположенной в левом верхнем углу матрицы A .

3.1.2 Теоретические сведения

Пусть размер исходной матрицы равен $m \times n$. Обозначим исходную матрицу A , а матрицу, которую нужно получить B .

Для обработки двумерного массива воспользуемся динамическим выделением памяти. Функция `malloc(N)` из библиотеки `stdlib.h` выделяет ячейки памяти для N байт и возвращает адрес на первую из них. Для начала создадим массив длиной n . Будем хранить в нем n указателей, каждый из которых содержит адрес первой ячейки n -ого массива из m элементов. Таким образом, получим n массивов длиной m , где n -ый массив - n -ый столбец в матрице.

Для нахождения элемента B_{ij} , будем динамично его вычислять. Он равен $ans + C$, где ans - ответ для предыдущего элемента B_{ij-1} , а C - сумма элементов столбца j до элемента B_{ij} , включая его самого. Для нулевой строки $C = 0$, а для нулевого столбца $ans = 0$.

3.1.3 Проектирование

Используем файловый ввод-вывод. Из файла `input.txt` считываем исходную матрицу, при этом в первую строку файла поместим числа m и n - число строк и число столбцов исходной матрицы соответственно. Ответ

задачи выводим в файл output.txt. Функция void change_matrix() будет считывать матрицу, выделять память, вычислять ответ и писать новую матрицу в нужный файл.

После выделения памяти "побежим" по исходному двумерному массиву. Для вычисления каждого элемента V_{ij} будем хранить ans и C (см. "Теоретические сведения"). Переменная pre_ans содержит ответ для предыдущего элемента V_{ij-1} . Чтобы найти C введем вспомогательную функцию int calc_column(int line, int col, int **arr). Функция получает три параметра: строку и столбец текущего элемента, а также указатель на двумерный массив. Результатом ее работы является число C. После вычисления элемента V_{ij} напишем его в файл output.txt, затем обновим pre_ans (оно становится равно V_{ij}) и перейдем к следующему элементу. После вычисления всех элементов не забудем закрыть файлы input.txt и output.txt и освободить память функцией free() из библиотеки stdlib.h. Результат работы программы - двумерный массив, записанный в файл output.txt.

3.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Среда разработки: QtCreator.

Компилятор: gcc.

Операционная система: Debian.

При решении задачи использовалось ручное тестирование.

3.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Файл input.txt имеет следующий вид:

```
5 5
1 2 3 4 5
1 3 7 6 3
2 8 1 2 4
6 1 1 3 4
5 8 6 1 2
```

Результат работы программы в файле output.txt:

```
1 3 6 10 15
2 7 17 27 35
4 17 28 40 52
10 24 36 51 67
15 37 55 71 89
```

Рассмотрим элемент A_{23} . В новой матрице он должен быть равен:

$1 + 2 + 3 + 1 + 3 + 7 = 17$, что мы и видим в результате работы программы. Вычислим новое значение элемента A_{34} : $1 + 2 + 3 + 4 + 1 + 3 + 7 + 6 + 2 + 8 + 1 + 2 = 40$. В получившейся матрице элемент $[3, 4]$ равен 40.

2. Пусть теперь в файле `input.txt` записано следующее:

```
4 3
1 1 1
1 1 1
1 1 1
1 1 1
```

После работы программы файл `output.txt` выглядит следующим образом:

```
1 2 3
2 4 6
3 6 9
4 8 12
```

Вычислим новое значение элемента A_{43} : $12 * 1 = 12$, что и находится на месте $[4, 3]$ в получившейся матрице.

3.1.6 Выводы

При решении задачи я научился использовать файловый ввод-вывод на языке C, выделять динамически память для двумерного массива и работать с ним. Как показало тестирование, написанная программа верно находит ответ задачи.

Глава 4

Строки

4.1 Задание 1

4.1.1 Задание

В текстовом файле представлены в виде таблицы результаты соревнований по прыжкам в длину. В каждой строке файла записаны фамилия с инициалами спортсмена и через пробелы - его результаты в трех попытках. Найти трех призеров соревнования.

Иванов И.И. 720 732 735

Петров П.П. 722 727 730

Сидоров С.С. 721 733 738

4.1.2 Теоретические сведения

Результатом спортсмена является максимум из трех попыток. Для решения задачи необходимо определить результат каждого участника и выбрать трех человек с наилучшим.

Для чтения данных из файла подключим библиотеку `stdlib.h`. Для использования строковой функции `strcpy(char[], char[])` подключим библиотеку `string.h`.

4.1.3 Проектирование

Организуем структуру `Competitors`. В ней будет два поля: имя участника (фамилия и инициалы) - `name` и его лучший результат из трех попыток - `res`. Создадим переменные `first`, `second`, `third` и `participant` этого типа. Присвоим полю `res` первых трех переменных -1. Получать данные

будем из файла "competitions.txt". Сведения о каждом участнике - это строка в файле.

Функция `void results_of_competitions()`- основная функция. В ней будут объявляться переменные и структура, а также считываться данные и выводиться ответ. Пока не достигнут конец файла, будем получать имя участника и три его результата. Делать это будем с помощью функций `int find_name(char [40], struct Competitors*)` и `void find_results(int, char [40], int [3])`.

Функция `int find_name(char [40], struct Competitors*)` ищет в строке файла имя и инициалы участника и записывает их в . Имя спортсмена находится в строке до второго пробела. Учитывая этот факт, функция посимвольно записывает имя и инициалы участника в строку `participant.name`. Как только достигается второй пробел, функция возвращает номер символа, который используется в дальнейшем в функции `void find_results(int, char [40], int [3])`.

Функция `void find_results(int, char [40], int [3])` получает номер символа, который вернула предыдущая функция. Именно с этого символа функция начинает свою работу. Она считывает символы до пробела и записывает их в строку `res`. Затем, с помощью функции `atoi(res)`, строка `res` преобразуется в число и записывается в массив результатов данного спортсмена. Функция обрабатывает три числа, разделенных пробелами, т.е. пока не достигнут символ перевода строки.

После разбора полученной из файла строки находим максимум в получившемся массиве результатов спортсмена и запишем его в `participant.res`. Таким образом в переменной `participant` записаны все сведения об участнике.

Теперь будем поочередно сравнивать получившуюся переменную `participant` с переменными `first`, `second` и `third`. Реализовывать это будет функция `int compare_structs(struct Competitors*, struct Competitors*)` Если `participant.res` больше `first.res`, то с помощью функции `void assign_of_structs(struct Competitors *, struct Competitors *)` заменим поля переменной `first` на поля переменной `participant`. Затем, той же функцией сдвинем тройку лучших: первый станет вторым, второй - третьим).

После сравнения структур перейдем к следующей итерации цикла.

Когда будет достигнут конец файла, цикл завершит свою работу. Закроем файл с исходными данными и перейдем к выводу ответа на экран. Выводить будем переменные `first`, `second` и `third` в том случае, если в поле `res` переменной не записано -1.

4.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Среда разработки: QtCreator.
Компилятор: gcc.
Операционная система: Debian.
При решении задачи использовалось ручное тестирование.

4.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

При решении задачи было проведено ручное тестирование.

1. Содержание исходного файла: Ivanov I.I. 312 312 321
Petrov V.B. 444 380 239
Kozlov K.N. 323 990 234
Sidorovich A.H. 700 902 492
Kuznetsov D.L. 865 323 401
Putin V.V. 3004 4242 4245
Bereznin A.A. 594 442 689
Pahomov S.I. 2999 0 0
Grigorivich G.P. 544 9 234
Mehenkov K.S. 333 3 3
Naumenkov I.F. 90 880 353
Saharov K.I. 390 399 3950
Lopuhov T.M. 595 445 399

Результат работы программы:
I место: Putin V.V., результат: 4245
II место: Saharov K.I., результат: 3950
III место: Pahomov S.I., результат: 2999

2. Содержание исходного файла:
Ivanov I.I. 312 312 321
Petrov V.B. 444 380 239

Результат работы программы:
I место: Petrov V.B., результат: 444
II место: Ivanov I.I., результат: 321

Таким образом, программа прошла все представленные тесты.

4.1.6 Выводы

При решении задачи я научился пользоваться некоторыми строковыми функциями в языке C. Получившаяся программа верно выводит ответ в каждом тесте.

Глава 5

Инкапсуляция

5.1 Задание1

5.1.1 Задание

Реализовать класс МАТРИЦА. Требуемые методы: конструктор, деструктор, копирование, сложение, вычитание, умножение матриц, умножение на число.

5.1.2 Теоретические сведения

Для выполнения этого задания, используем объектно-ориентированное программирование. Создадим класс Matrix, в котором и будут реализованы требуемые методы. Для того, чтобы сложить две матрицы, необходимо к каждому элементу первой матрицы прибавить соответствующий элемент второй матрицы. Аналогично вычитание матриц. Чтобы умножить матрицу на число, нужно каждый ее элемент умножить на это число. Операция умножения двух матриц выполняема только в том случае, если число столбцов в первом сомножителе равно числу строк во втором.

Для копирования, сложения, вычитания, умножения и умножения на число перегрузим операторы. Если размеры матриц неравны при сложении, копировании и вычитании, введем исключение. Если матрицы при умножении не соответствуют условию, будем "бросать" другое исключение.

5.1.3 Проектирование

В классе `Matrix` имеются `public`-методы и `private`-переменные. Пусть размеры матрицы и ее содержимое будет `private`. Тогда публичными будут следующие методы: конструктор, конструктор копирования, деструктор, все перегруженные операторы, функции, возвращающие количество столбцов и строк матрицы, а так же функции, устанавливающие и получающие значение элемента матрицы.

В конструкторе сначала инициализируем размеры матрицы числами, с которыми он вызовется. Пусть стандартные размеры будут 5×5 и пусть n - количество строк матриц, а m - количество столбцов. Затем, с помощью функции `new`, выделим память для матрицы: сначала для массива (длинной n) указателей на массивы, потом для самих n массивов, длинны m . После выделения памяти инициализируем матрицу нулями.

Конструктор копирования вызывается для матрицы, которая передается как параметр функции. В нем выделим память под копию матрицы и инициализируем ее.

В деструкторе будем освобождать память в обратном порядке ее выделения. Т.е. сначала очистим память для n массивов, а затем удалим массив указателей.

Перегрузка оператора присваивания. Пусть матрица, которой присваивают, - `Matrix1`; матрица, которую присваивают - `Matrix2`. Во-первых, учтем тот факт, что мы не можем присваивать друг другу матрицы разных размеров. Тогда перед реализацией проверим, являются ли размеры матриц равными. Если размеры матриц неравны, вызовем исключение `UnequalMatrix`. После проверки размеров матриц, освободим память матрицы `Matrix1`, затем выделим новую память для этой же матрицы и скопируем в нее элементы `Matrix2` с помощью метода `set(int, int, int)`.

Метод `void set(int i, int j, int value)` устанавливает в элемент с индексом $[i, j]$ значение `value`.

Метод `int get(int i, int j)` возвращает значение элемента с индексом $[i, j]$.

Перегрузка оператора сложения. Перед суммированием матриц проверим, являются ли их размеры равными. Если нет, "бросим" исключение `UnequalMatrix`, как в операторе присваивания. После проверки создадим матрицу `result` с размерами, аналогичными размерам суммируемых матриц. Каждому элементу матрицы `result` присвоим сумму соответствующих элементов складываемых матриц. Возвращать будем матрицу `result`. Аналогично перегрузим оператор вычитания.

Для реализации умножения на число `number` перегрузим оператор умножения. Здесь нам не важен размер матрицы. Создадим матрицу `result` таких же размеров, как исходная. Затем каждый элемент исходной мат-

рицы умножим на `number` и присвоим результат в соответствующий элемент матрицы `result`. Вернем матрицу `result`.

Перегрузка оператора умножения матрицы на матрицу. Перед началом умножения проверим условие, которое позволяет умножить матрицу `Matrix1` на матрицу `Matrix2`. Если количество столбцов матрицы `Matrix1` равно количеству строк `Matrix2`, то можно выполнять умножение матрицы `Matrix1` на `Matrix2`. В противном случае возбудим исключение `Impossible-Multiplication`. После проверки условия введем матрицу `result`. Количество ее строк будет равно количеству строк матрицы `Matrix1`, а число столбцов - числу столбцов матрицы `Matrix2`. По правилу умножения матриц будем находить каждый элемент матрицы `result`. После выполнения всех действий, вернем `result`.

Методы `int getNumOfCols()` и `int getNumOfRows()` возвращают количество столбцов и строк матрицы соответственно.

5.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Среда разработки: QtCreator.

Компилятор: gcc.

Операционная система: Debian.

При решении задачи использовалось автоматическое тестирование.

5.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Тестирование суммы, разности матриц, а так же методов `getNumOfRows` и `getNumOfCols`.

Введем матрицы `matrix1(2, 3)`, `matrix2(2, 3)`, `matrix3(2, 3)`. Последняя матрица будет содержать результаты действий с первыми двумя.

$$matrix1 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 5 \end{pmatrix}; matrix2 = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 3 \\ 2 & 7 & 1 \end{pmatrix}.$$

Метод `getNumOfRows(matrix1)` вернул 2, метод `getNumOfCols(matrix2)` вернул 3, что соответствует действительности. Сложим их и проверим некоторые элементы матрицы `matrix3`. `matrix3.get(0, 0) = 5`; `matrix3.get(1, 1) = 9`; `matrix3.get(1, 2) = 6`. При "ручном" сложении матриц можно убедиться, что данные элементы имеют именно такие значения.

Вычтем матрицу `matrix2` из `matrix1`. Так же проверим некоторые элементы. `matrix3.get(0, 1) = -3`; `matrix3.get(1, 0) = 1`; `matrix3.get(1,`

1) = -5. Это не противоречит ожидаемому результату.

2. Тестирование умножения на число. Возьмем матрицу `matrix3` из предыдущего пункта. Умножим ее на 4 и проверим некоторые ее элементы. `matrix3.get(0, 1) = -12`; `matrix3.get(1, 1) = -20`. Сравним эти элементы с элементами из предыдущего пункта. Очевидно, что матрица умножилась верно.
3. Тестирование умножения матрицы на матрицу. Для этого создадим матрицы `matrix4(3, 3)` и `matrix5(2, 3)`. Будем умножать `matrix1` из первого пункта на `matrix4`. Результатом умножения является матрица `matrix5`.

$$matrix1 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 5 \end{pmatrix}; matrix5 = \begin{pmatrix} 0 & -2 & 3 \\ 1 & 3 & 4 \\ 6 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

После умножения должна получиться матрица: $matrix4 = \begin{pmatrix} 25 & 7 & 6 \\ 32 & 10 & 12 \end{pmatrix}$

После проверки каждого элемента полученной матрицы, оказалось, что результат умножения оправдал наши ожидания.

Так же в тестировании использовались методы `set` и `get`, а так же оператор присваивания. Они работают верно.

5.1.6 Выводы

При решении задачи, я впервые столкнулся с объектно-ориентированным программированием, узнал, что такое класс, методы класса, какими бывают методы; научился перегружать операторы, возбуждать исключения. Получившийся класс МАТРИЦА содержит все требуемые в условии методы. Результаты их работы соответствуют ожидаемым. Можно сделать вывод, что задание выполнено верно.

Листинги

Функция main

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #include <stdlib.h>
4 #include <string.h>
5 #include "length_of_segment_ui.h"
6 #include "equation_ui.h"
7 #include "km_to_miles_ui.h"
8 #include "matrix.h"
9 #include "strings.h"
10
11 int main(int argc, char* argv[])
12 {
13
14     printf("\n argc = %d \n", argc);
15
16     printf("value is %s\n", argv[0]);
17     puts("1. Нахождение расстояния между двумя точками");
18     puts("2. Решение биквадратного уравнения");
19     puts("3. Таблица пересчета миль в километры");
20     puts("4. Замена элемента матрицы A[i, j] на сумму");
21     puts(" элементов подматрицы A'[i, j]");
22     puts("5. Определение победителя в соревнованиях.");
23     printf("> ");
24
25     int choice;
26     scanf("%5d", &choice);
27     switch(choice){
28         case 1: {
29             length_of_segment_ui();
30             break;
31         }
32         case 2: {
33             solution_of_equation_ui();
34             break;
35         }
36         case 3: {
37             km_to_miles_ui();
38             break;
39         }
40         case 4: {
41             change_matrix();
42             break;
43         }
44         case 5: {
45             results_of_competition();
```

```
46         }  
47     }  
48  
49     return 0;  
50 }
```

Задача 1. Длина отрезка

```
1 #include <stdio.h>
2 #include "length_of_segment_ui.h"
3 #include "length_of_segment.h"
4
5 void length_of_segment_ui(){
6
7     puts("Вычисление длины отрезка по заданным координатам ко
8         нцов");
9     puts("Введите координаты первой точки:");
10
11     int x1, y1;
12     scanf("%d%d", &x1, &y1);
13
14     puts("Введите координаты второй точки:");
15     int x2, y2;
16     scanf("%d%d", &x2, &y2);
17
18     printf("%.2f \n", length_of_segment(x1, y1, x2, y2));
19 }
```

```
1 #include <math.h>
2 #include "length_of_segment.h"
3
4 double length_of_segment(int x1, int y1, int x2, int y2){
5
6     double a, b;
7
8     a = pow(x1 - x2, 2);
9     b = pow(y1 - y2, 2);
10
11     return (sqrt(a + b));
12 }
```

Задача 2. Биквадратное уравнение

```
1 #include <stdio.h>
2 #include "equation.h"
3 #include "equation_ui.h"
4
5 void solution_of_equation_ui(){
6
7     struct Solutions_of_equation {
8         double solutions [4];
9         int existence [4];
10    };
11
12    short int i;
13    struct Solutions_of_equation * f;
14    struct Solutions_of_equation answer;
15    f = &answer;
16
17    puts("Решение биквадратного уравнения");
18    puts("Введите коэффициенты и свободный член");
19
20    int a, b, c;
21    scanf("%d %d %d", &a, &b, &c);
22    puts("Ответ:");
23
24    if (solve_the_equation(a, b, c, f) == 0) {
25        puts("Не имеет решений");
26    }
27    else {
28        for (i = 0; i < 4; ++i){
29            if (answer.existence[i] == 1){
30                printf("%.2f\n", answer.solutions[i]);
31            }
32        }
33    }
34
35 }
```

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #include "equation.h"
4
5 int sign_discriminant(int a, int b, int c){
6
7     int d;
8     d = b * b - 4 * a * c;
9
10    if (d < 0) return 0;
11    return 1;
```



```

12
13 }
14
15 int solve_the_equation(int a, int b, int c, struct
    Solutions_of_equation* f){
16
17     if (a != 0) {
18         switch (sign_discriminant(a, b, c)){
19             case 0: return 0;
20             case 1: calculating_of_solutions(a, b, b * b - 4
                * a * c, f);
21         }
22     }
23     return 1;
24 }
25
26 void calculating_of_solutions(int a, int b, int D,
27                             struct Solutions_of_equation* f
28                             ){
29     int i;
30     for(i = 0; i < 4; ++i){
31         f->existence[i] = 0;
32     }
33
34     double x1_2, x2_2;
35
36     x1_2 = (-b + sqrt(D)) / (2 * a);
37     x2_2 = (-b - sqrt(D)) / (2 * a);
38
39     if (x1_2 >= 0) {
40         f->solutions[0] = sqrt(x1_2);
41         f->solutions[1] = -sqrt(x1_2);
42         f->existence[0] = 1;
43         f->existence[1] = 1;
44     }
45     if (x2_2 >= 0) {
46         f->solutions[2] = sqrt(x2_2);
47         f->solutions[3] = -sqrt(x2_2);
48         f->existence[2] = 1;
49         f->existence[3] = 1;
50     }
51
52     analysis_of_solutions(f);
53 }
54
55 void analysis_of_solutions(struct Solutions_of_equation *f){
56
57     int i, j;

```

```

58
59     for (i = 0; i < 4; ++i){
60         if (f->existence[i] == 1){
61             for (j = 1 + i; j < 4; ++j){
62                 if ((f->existence[j] == 1) && (f->solutions[i
63                     ] == f->solutions[j])) {
64                     f->existence[j] = 0;
65                 }
66             }
67         }
68     }
69 }
70

```

5.1.7 Тесты к задаче 1 и задаче 2

```
1 #include <QString>
2 #include <QtTest>
3 #include <math.h>
4 #include "length_of_segment.h"
5 #include "equation.h"
6
7
8 int double_compare(double a, double res){
9
10     if (fabs(a - res) < 10e-5) return 1;
11     return 0;
12 }
13
14 int struct_equality(struct Solutions_of_equation *f, float
    arr[4]){
15
16     int i;
17     for (i = 0; i < 4; ++i){
18         if ((f->existence[i] == 1) &&
19             (fabs(f->solutions[i] - arr[i]) >= 10e-2))
20             return 0;
21     }
22     return 1;
23 }
24
25 class TestTest : public QObject
26 {
27     Q_OBJECT
28
29 public:
30     TestTest();
31
32 private Q_SLOTS:
33     void length_test();
34     void equation_test();
35
36 };
37
38 TestTest::TestTest() {}
39
40 void TestTest::length_test()
41 {
42
43     QVERIFY2(double_compare(length_of_segment(0, 0, 3, 4), 5)
        , "Failure");
```

```

44     QVERIFY2(double_compare(length_of_segment(30, 20, 1, 1),
45                          34.66987), "Failure");
46     QVERIFY2(double_compare(length_of_segment(16, 16, -4,
47                          -10), 32.80244), "Failure");
48 }
49 void TestTest::equation_test()
50 {
51     float res1[4], res2[4], res3[4];
52     struct Solutions_of_equation s1, s2, s3;
53     struct Solutions_of_equation *a1, *a2, *a3;
54
55     res1[0] = 1.41; res1[1] = -1.41; res1[2] = 1.00; res1[3]
56         = -1.00;
57     res2[0] = 2.00; res2[1] = -2.00; res2[2] = 0;
58     res3[0] = 0.00;
59
60     a1 = &s1; a2 = &s2; a3 = &s3;
61
62     solve_the_equation(1, -3, 2, a1);
63     solve_the_equation(2, -8, 0, a2);
64     solve_the_equation(1, 0, 0, a3);
65
66     QVERIFY2(struct_equality(a1, res1), "Failure");
67     QVERIFY2(struct_equality(a2, res2), "Failure");
68     QVERIFY2(struct_equality(a3, res3), "Failure");
69 }
70
71 QTest_APPLESS_MAIN(TestTest)
72 #include "tst_testtest.moc"

```

Задача 3. Циклы

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include "km_to_miles_ui.h"
4 #include "km_to_miles.h"
5
6 void km_to_miles_ui(){
7
8     puts("Таблица пересчета миль в километры");
9     puts("Введите число километров");
10
11     float km;
12     scanf("%f", &km);
13
14     if (km <= 0){
15         puts("Число километров должно быть натуральным!");
16         exit(0);
17     }
18     else km_to_miles(km);
19
20 }
```

```
1 #include <stdio.h>
2 void km_to_miles(float km){
3
4     float mile, kilometers, m;
5     puts("Ми́ли    Ки́лометры");
6
7     mile = 0.622;
8     kilometers = 1;
9     m = 1;
10
11     while (kilometers <= km) {
12
13         if (mile > m) {
14             printf("%.2f %.2f\n", m, m * 1.609);
15             m = m + 1;
16         }
17         printf("%.2f %.2f\n", mile, kilometers);
18         kilometers = kilometers + 1;
19         mile = kilometers / 1.609;
20
21     }
22 }
```

Задача 4. Матрицы

```
1 #include "matrix.h"
2 #include <stdlib.h>
3 #include <stdio.h>
4
5 int calc_column(int line, int col, int **arr){
6
7     int u, ans;
8
9     ans = 0;
10    for(u = 0; u <= line; ++u){
11        ans = ans + arr[u][col];
12    }
13
14    return ans;
15 }
16
17 void change_matrix(){
18
19     FILE *file_in, *file_out;
20     int m, n, i, j, pre_ans;
21     int ** arr;
22
23     file_in = fopen("input.txt", "r");
24
25     fscanf(file_in, "%d %d", &m, &n);
26     arr = malloc(m * sizeof(int *));
27     for (i = 0; i < m; i++){
28         arr[i] = malloc(n * sizeof(int));
29     }
30
31     for (i = 0; i < m; i++){
32         for (j = 0; j < n; j++){
33             fscanf(file_in, "%d", &arr[i][j]);
34         }
35     }
36
37     fclose(file_in);
38
39     file_out = fopen("output.txt", "w");
40
41     for (i = 0; i < m; ++i){
42         pre_ans = calc_column(i, 0, arr);
43         fprintf(file_out, "%d ", pre_ans);
44         for (j = 1; j < n; ++j){
45             fprintf(file_out, "%d ", pre_ans + calc_column(i,
46                 j, arr));
47             pre_ans = pre_ans + calc_column(i, j, arr);
48         }
49     }
```

```
47         }
48         fprintf(file_out, "\n");
49     }
50
51     fclose(file_out);
52
53     for (i = 0; i < m; ++i){
54         free(arr[i]);
55     }
56     free(arr);
57 }
```

Задача 5. Строки

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include "stringsx.h"
4 #include "strings.h"
5
6 void results_of_competition(){
7
8     FILE* f;
9     char str[40];
10    int results [3];
11    short int i, max;
12    struct Competitors{
13        char name [40];
14        int res;
15    };
16    struct Competitors participant, first, second, third;
17
18    first.res = -1;
19    second.res = -1;
20    third.res = -1;
21    f = fopen("competition.txt", "r");
22
23    while (fgets(str, 40, f) != NULL) {
24        i = find_name(str, &participant);
25        find_results(i, str, results);
26
27        max = -1;
28        for (i = 0; i < 3; ++i){
29            if (results[i] > max)    max = results[i];
30        }
31        participant.res = max;
32
33        if (compare_structs(&participant, &first) == 1) {
34            assigment_of_structs(&second, &third);
35            assigment_of_structs(&first, &second);
36            assigment_of_structs(&participant, &first);
37        }
38        else if (compare_structs(&participant, &second) == 1)
39        {
40            assigment_of_structs(&second, &third);
41            assigment_of_structs(&participant, &second);
42        }
43        else if (compare_structs(&participant, &third)
44            == 1) {
45            assigment_of_structs(&participant, &
46                third);
47        }
48    }
```



```

45     }
46
47     fclose(f);
48
49     if (first.res != -1) printf("I место: %s, результат: %d\n", first.name, first.res);
50     if (second.res != -1) printf("II место: %s, результат: %d\n", second.name, second.res);
51     if (third.res != -1) printf("III место: %s, результат: %d\n", third.name, third.res);
52
53 }

```

```

1  #include <string.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include "stringsx.h"
4  #include "strings.h"
5
6  int find_name(char name [40], struct Competitors* ptr){
7
8      int k, i;
9      k = 0;
10     i = 0;
11
12     while (k < 2) {
13         if (name[i] == ' ') k = k + 1;
14         ptr->name[i] = name[i];
15         i = i + 1;
16     }
17     ptr->name[i] = '\0';
18     return i;
19 }
20
21 void find_results(int i, char name[40], int results[3]){
22
23     short int j, u;
24     char res [6];
25
26     for (j = 0; j < 3; ++j) {
27         u = 0;
28         while ((name[i] != ' ') && (name[i] != '\n')) {
29             res[u] = name[i];
30             i = i + 1;
31             u = u + 1;
32         }
33         res[u] = '\0';
34         i = i + 1;
35         results[j] = atoi(res);
36     }

```

```

37
38 }
39
40 int compare_structs(struct Competitors* k1,
41                    struct Competitors* k2){
42
43     if (k1->res > k2->res) return 1;
44     return 0;
45 }
46
47 void assigment_of_structs(struct Competitors* k1,
48                           struct Competitors* k2){
49
50     strcpy(k2->name, "");
51     strcpy(k2->name, k1->name);
52     k2->res = k1->res;
53
54 }

```

Задача 6. Инкапсуляция. МАТРИЦА

```
1 #ifndef MATRIX_H
2 #define MATRIX_H
3
4 class Matrix
5 {
6 public:
7     Matrix(int n = 5, int m = 5);
8     Matrix(const Matrix&);
9     int getNumOfCols() const;
10    int getNumOfRows() const;
11    void set(int, int, int);
12    int get(int, int) const;
13    Matrix& operator=(const Matrix& arr);
14    Matrix operator+(const Matrix& a);
15    Matrix operator-(const Matrix& a);
16    Matrix operator*(const int);
17    Matrix operator*(const Matrix& a);
18
19    ~Matrix();
20
21 private:
22     int ** matrix;
23     const int n, m;
24 };
25
26 #endif // MATRIX_H
```

```
1 #include <iostream>
2 #include <iomanip>
3 #include "exceptions.h"
4 #include "matrix.h"
5
6 Matrix::Matrix(int a, int b): n(a), m(b)
7 {
8     matrix = new int*[n];
9     for (int i = 0; i < n; ++i){
10         matrix[i] = new int[m];
11         for (int j = 0; j < m; j++)
12             matrix[i][j] = 0;
13     }
14 }
15
16
17 Matrix::Matrix(const Matrix& ptr): n(ptr.n), m(ptr.m)
18 {
19     matrix = new int*[n];
20     for (int i = 0; i < n; i++){
```

```

21         matrix[i] = new int[m];
22         for (int j = 0; j < m; j++)
23             matrix[i][j] = ptr.matrix[i][j];
24     }
25 }
26
27 int Matrix::getNumOfCols() const
28 {
29     return m;
30 }
31
32 int Matrix::getNumOfRows() const
33 {
34     return n;
35 }
36
37 Matrix&Matrix::operator=(const Matrix &arr)
38 {
39     if (n != arr.getNumOfRows() || m != arr.getNumOfCols())
40         throw new UnequalMatrix;
41     if (this != &arr){
42         int i, j;
43
44         for (i = 0; i < this->getNumOfRows(); i++)
45             delete matrix[i];
46         delete this->matrix;
47
48         this->matrix = new int*[n];
49         for (i = 0; i < n; i++)
50             matrix[i] = new int[m];
51
52         try {
53             for (i = 0; i < arr.getNumOfRows(); i++)
54                 for (j = 0; j < arr.getNumOfCols(); j++)
55                     this->set(i, j, arr.get(i, j));
56         }
57         catch (IndexException* e) {
58             std::cout << "Элемента с индексом [" << i << "]["
59                 << j <<
60                 " не существует." << std::endl <<
61                 "Размер матрицы: ";
62             e->printBoundsMatrix(arr);
63         }
64         return *this;
65     }
66
67 Matrix Matrix::operator+(const Matrix& a)
68 {

```

```

69     if (n != a.getNumOfRows() || m != a.getNumOfCols())
70         throw new UnequalMatrix;
71     Matrix result(a.getNumOfRows(), a.getNumOfCols());
72     for (int i = 0; i < result.getNumOfRows(); i++)
73         for (int j = 0; j < result.getNumOfCols(); j++)
74             result.set(i, j, a.get(i, j) + this->get(i, j));
75     return result;
76 }
77
78 Matrix Matrix::operator-(const Matrix& a)
79 {
80     if (n != a.getNumOfRows() || m != a.getNumOfCols())
81         throw new UnequalMatrix;
82     Matrix result(a.getNumOfRows(), a.getNumOfCols());
83     for (int i = 0; i < result.getNumOfRows(); i++)
84         for (int j = 0; j < result.getNumOfCols(); j++)
85             result.set(i, j, this->get(i, j) - a.get(i, j));
86     return result;
87 }
88
89 Matrix Matrix::operator*(const int number)
90 {
91     Matrix result(n, m);
92     for (int i = 0; i < n; i++)
93         for (int j = 0; j < m; j++)
94             result.set(i, j, matrix[i][j] * number);
95     return result;
96 }
97
98 Matrix Matrix::operator*(const Matrix& a)
99 {
100     if (m != a.getNumOfRows())
101         throw new ImpossibleMultiplication;
102     Matrix result(this->getNumOfRows(), a.getNumOfCols());
103     int element = 0;
104     for (int i = 0; i < n; i++)
105         for (int j = 0; j < a.getNumOfCols(); j++){
106             for (int u = 0; u < m; u++)
107                 element = element + (this->get(i, u) * a.get(
108                     u, j));
109             result.set(i, j, element);
110             element = 0;
111         }
112     return result;
113 }
114
115 void Matrix::set(int i, int j, int val)
116 {

```

```

117     if (i < 0 || i > n || j < 0 || j > m)
118         throw new IndexException(i, j);
119     matrix[i][j] = val;
120 }
121
122 int Matrix::get(int i, int j) const
123 {
124     if (i < 0 || i > n || j < 0 || j > m)
125         throw new IndexException(i, j);
126     return matrix[i][j];
127 }
128
129 Matrix::~Matrix()
130 {
131     for (int i = 0; i < n; ++i){
132         delete[] matrix[i];
133     }
134     delete[] matrix;
135 }
136 }

```

Тесты для МАТРИЦЫ

```
1 #include <QString>
2 #include <QtTest>
3 #include "matrix.h"
4
5 int compare(int a, int b){
6     if (a == b) return 1;
7     return 0;
8 }
9
10 class CppTestsTest : public QObject
11 {
12     Q_OBJECT
13
14 public:
15     CppTestsTest();
16
17 private Q_SLOTS:
18     void matrix();
19 };
20
21 CppTestsTest::CppTestsTest()
22 {
23 }
24
25 void CppTestsTest::matrix()
26 {
27     Matrix matrix1(2, 3), matrix2(2, 3), matrix3(2, 3);
28     matrix1.set(0, 0, 2); matrix1.set(0, 1, 1); matrix1.set
29         (0, 2, 4);
30     matrix1.set(1, 0, 3); matrix1.set(1, 1, 2); matrix1.set
31         (1, 2, 5);
32     matrix2.set(0, 0, 3); matrix2.set(0, 1, 4); matrix2.set
33         (0, 2, 3);
34     matrix2.set(1, 0, 2); matrix2.set(1, 1, 7); matrix2.set
35         (1, 2, 1);
36
37     QVERIFY2(compare(matrix1.getNumOfCols(), 3), "wrong
38         NumOfCols");
39     QVERIFY2(compare(matrix1.getNumOfRows(), 2), "wrong
40         NumOfRows");
41
42     matrix3 = matrix1 + matrix2;
43     QVERIFY2(compare(matrix3.get(0, 0), 5), "wrong +");
44     QVERIFY2(compare(matrix3.get(1, 1), 9), "wrong +");
45     QVERIFY2(compare(matrix3.get(1, 2), 6), "wrong +");
46
47     matrix3 = matrix1 - matrix2;
```

```

42     QVERIFY2(compare(matrix3.get(0, 1), -3), "wrong -");
43     QVERIFY2(compare(matrix3.get(1, 0), 1), "wrong -");
44     QVERIFY2(compare(matrix3.get(1, 1), -5), "wrong -");
45
46     matrix3 = matrix3 * 4;
47     QVERIFY2(compare(matrix3.get(0, 1), -12), "wrong *number"
48               );
49     QVERIFY2(compare(matrix3.get(0, 2), 4), "wrong *number");
50     QVERIFY2(compare(matrix3.get(1, 1), -20), "wrong *number"
51               );
52
53     Matrix matrix4(3, 3), matrix5(2, 3);
54     matrix4.set(0, 0, 0); matrix4.set(0, 1, -2); matrix4.set
55         (0, 2, 3);
56     matrix4.set(1, 0, 1); matrix4.set(1, 1, 3); matrix4.set
57         (1, 2, 4);
58     matrix4.set(2, 0, 6); matrix4.set(2, 1, 2); matrix4.set
59         (2, 2, -1);
60
61     matrix5 = matrix1 * matrix4;
62     QVERIFY2(compare(matrix5.get(0, 0), 25), "wrong Matrix*
63               Matrix");
64     QVERIFY2(compare(matrix5.get(0, 1), 7), "wrong Matrix*
65               Matrix");
66     QVERIFY2(compare(matrix5.get(0, 2), 6), "wrong Matrix*
67               Matrix");
68     QVERIFY2(compare(matrix5.get(1, 0), 32), "wrong Matrix*
69               Matrix");
70     QVERIFY2(compare(matrix5.get(1, 1), 10), "wrong Matrix*
71               Matrix");
72     QVERIFY2(compare(matrix5.get(1, 2), 12), "wrong Matrix*
73               Matrix");
74
75     QVERIFY2(true, "Failure");
76 }
77
78 QTEST_APPLESS_MAIN(CppTestsTest)
79
80 #include "tst_cppteststest.moc"

```