

Программирование

А. Ю. Ламтев

23 декабря 2015 г.

Оглавление

1	Основные конструкции языка	3
1.1	Задание 1. Размен	3
1.1.1	Задание	3
1.1.2	Теоретические сведения	3
1.1.3	Проектирование	3
1.1.4	Описание тестового стенда и методики тестирования	5
1.1.5	Тестовый план и результаты тестирования	5
1.1.6	Выводы	6
1.2	Задание 2. Ферзи	8
1.2.1	Задание	8
1.2.2	Теоретические сведения	8
1.2.3	Проектирование	9
1.2.4	Описание тестового стенда и методики тестирования	10
1.2.5	Тестовый план и результаты тестирования	10
1.2.6	Выводы	11
2	Циклы	16
2.1	Задание 1. Деление уголком	16
2.1.1	Задание	16
2.1.2	Теоретические сведения	16
2.1.3	Проектирование	16
2.1.4	Описание тестового стенда и методики тестирования	19
2.1.5	Тестовый план и результаты тестирования	19
2.1.6	Выводы	20
3	Матрицы	26
3.1	Задание 1. Нули на главной диагонали	26
3.1.1	Задание	26
3.1.2	Теоретические сведения	26
3.1.3	Проектирование	26
3.1.4	Описание тестового стенда и методики тестирования	28

3.1.5	Тестовый план и результаты тестирования	28
3.1.6	Выводы	29
4	Строки	32
4.1	Задание 1. Отцентрировать текст	32
4.1.1	Задание	32
4.1.2	Теоритические сведения	32
4.1.3	Проектирование	32
4.1.4	Описание тестового стенда и методики тестирования	34
4.1.5	Тестовый план и результаты тестирования	34
4.1.6	Выводы	36
5	Листинги к главам 1 - 4	39
5.1	Листинги	39
6	Введение в классы C++	49
6.1	Задание 1. Инкапсуляция. Таблица-ключ-значение	49
6.1.1	Задание	49
6.1.2	Теоритические сведения	49
6.1.3	Проектирование	49
6.1.4	Описание тестового стенда и методики тестирования	51
6.1.5	Тестовый план и результаты тестирования	51
6.1.6	Выводы	51
7	Классы C++	57
7.1	Задание 1. Реализовать классы для всех приложений	57
7.1.1	Задание	57
7.1.2	Выводы	57

Глава 1

Основные конструкции языка

1.1 Задание 1. Размен

1.1.1 Задание

Пользователь задает сумму денег в рублях, меньшую 100 (например, 16). Определить, как выдать эту сумму монетами по 5, 2 и 1 рубль, израсходовав наименьшее количество монет (например, $3 \cdot 5p + 0 \cdot 2p + 1 \cdot 1p$).

1.1.2 Теоретические сведения

При разработке приложения были задействованы следующие конструкции языка: оператор **switch**, структуры данных **struct**, макросы препроцессора – и были использованы функции стандартной библиотеки *printf*, *scanf* и *puts*, определённые в заголовочном файле *stdio.h*; *atoi*, определённая в *stdlib.h*.

Было решено, что разменять сумму денег монетами номиналом 5, 2 и 1 руб. наиболее оптимально можно следующим образом. Необходимо, чтобы монет большего номинала было больше, чем монет меньшего номинала, насколько это возможно. Это послужило основой для реализации алгоритма.

1.1.3 Проектирование

В ходе проектирования было решено выделить пять функций, одна из которых отвечает за логику, а остальные за взаимодействие с пользователем.

1. Логика

- `struct purse change_by_coins(int amount)`

Эта функция вычисляет результат. Она содержит один целочисленный параметр - сумму денег, которую необходимо разменять. Возвращаемое значение имеет структурный тип, который включает 3 целочисленных поля: число монеток в 5 руб, число монеток в 2 руб и число монеток в 1 руб.

2. Взаимодействие с пользователем

- `void exchange_output(struct purse coins)`

Эта функция выводит в консоль результат функции *change_by_coins*. Она содержит один параметр структурного типа, который включает 3 целочисленных поля: число монеток в 5 руб, число монеток в 2 руб и число монеток в 1 руб. Возвращаемое значение имеет тип *void*.

- `void help_exchange(void)`

Эта функция выводит в консоль информацию о том, как запускать приложение **Размен** из параметров командной строки. Она не имеет параметров и возвращает пустое значение.

- `void exchange_parameters(int argc, char** argv)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при чтении данных из параметров командной строки. Она содержит 2 параметра: типа *int* - количество аргументов командной строки и типа *char*** - массив, содержащий эти аргументы. Считывает данные из параметров командной строки. Вызывает функцию *exchange_output*, которая в свою очередь выводит в консоль результат. Возвращаемое значение - *void*.

- `void exchange(void)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем в интерактивном режиме. Она не имеет параметров. Выводит в консоль сообщение о том, что нужно ввести число. Осуществляет контролируемый ввод данных. Вызывает функцию *exchange_output*, которая уже и выводит в консоль результат. Возвращаемое значение - *void*.

1.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Интегрированная среда разработки: Qt Creator 3.5.0 (opensource)

Компилятор: GCC 4.9.1 20140922 (Red Hat 4.9.1-10)

Операционная система: Debian GNU/Linux 8 (jessie) 32-бита (version 3.14.1)

Утилита *cppcheck*: 1.67

Утилита *valgrind*: valgrind-3.10.0

На всех стадиях разработки приложения проходило тестирование, ручное и автоматическое. Последнее осуществлялось посредством модульных тестов *Qt*, основанных на библиотеке *QTestLib*.

Аналогично, на всех стадиях разработки приложения проводился динамический анализ утилитой *valgrind*.

На финальной стадии был проведён статический анализ с помощью утилиты *cppcheck*.

1.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Ручные тесты

I тест

Входные данные: 11

Выходные данные: 2 0 1

Результат: Тест успешно пройден

II тест

Входные данные: 3

Выходные данные: 0 1 1

Результат: Тест успешно пройден

2. Модульные тесты *Qt*

I тест

Входные данные: 28

Выходные данные: 5 1 1

Результат: Тест успешно пройден

II тест

Входные данные: 44

Выходные данные: 8 2 0

Результат: Тест успешно пройден

3. Статический анализ *cppcheck*

Утилита *cppcheck* не выявила ошибок.

4. Динамический анализ *valgrind*

Утилита *valgrind* не выявила проблем.

1.1.6 Выводы

В ходе выполнения работы автор получил опыт создания многомодульного приложения с отделением логики от взаимодействия с пользователем. Укрепил навыки в создании структурных типов. А также научился тестировать программу с помощью модульных тестов и анализировать с помощью утилит *cppcheck* и *valgrind*.

Листинги

```
exchange.h
1 #ifndef EXCHANGE_H
2 #define EXCHANGE_H
3
4 #ifdef __cplusplus
5 extern "C" {
6 #endif
7
8 struct purse
9 {
10     int ones;
11     int twos;
12     int fives;
13 };
14
15 struct purse change_by_coins(int amount);
16
17 #ifdef __cplusplus
18 }
19 #endif
20
21 #endif // EXCHANGE_H
```

exchange_of_coins_process.c

```
1 #include "exchange.h"
2
3 struct purse change_by_coins(int amount)
4 {
5     struct purse coins;
6     coins.fives = amount / 5;
7     coins.twos = (amount % 5) / 2;
8     coins.ones = (amount % 5) % 2;
9     return coins;
10 }
```

exchange_ui.c

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #include "exchange.h"
5 #include "main.h"
6
7 void exchange_output(struct purse coins)
8 {
9     printf("Пятирублёвых монет: %i\n"
10           "Двухрублёвых монет: %i\n"
11           "Рублёвых монет: %i\n",
12           coins.fives, coins.twos, coins.ones);
13 }
14
15 void exchange(void)
16 {
17     int number;
18     struct purse coins;
19
20     do
21     {
22         puts("Сколько рублей нужно разменять?");
23         scanf("%i", &number);
24     }
25     while (number >= 100);
26
27     coins = change_by_coins(number);
28     exchange_output(coins);
29 }
30
31 void exchange_parameters(int argc, char** argv)
32 {
33     switch (argc)
34     {
```



```

35         case 2:
36             exchange();
37             break;
38         case 3:
39             {
40                 int num = atoi(argv[2]);
41                 struct purse coins = change_by_coins(num);
42                 exchange_output(coins);
43                 break;
44             }
45         default:
46             put_error;
47             help_exchange();
48             break;
49     }
50 }

```

1.2 Задание 2. Ферзи

1.2.1 Задание

На шахматной доске стоят три ферзя (ферзь бьет по вертикали, горизонтали и диагоналям). Найти те пары из них, которые угрожают друг другу. Координаты ферзей вводить целыми числами.

1.2.2 Теоретические сведения

При разработке приложения были задействованы следующие конструкции языка: операторы ветвления **if** и **if-else-if**, оператор **switch**, оператор цикла с постусловием **do-while**, структуры данных **struct** и перечисления **enum** – и были использованы функции стандартной библиотеки *printf*, *scanf*, *puts*, определенные в заголовочном файле *stdio.h*; функции *abs* и *atoi*, определенные в *stdlib.h*.

Сведения о том, что ферзь бьет по вертикали, горизонтали или диагоналям, стали основой для реализации алгоритма. Было решено, что два ферзя бьют друг друга в двух случаях: когда они находятся на одной вертикали или горизонтали, а значит у них есть общая соответственная координата, или когда они находятся на одной диагонали, т.е расстояние между их соответственными координатами одинаково.

1.2.3 Проектирование

В ходе проектирования было решено выделить семь функций, две из которых отвечают за логику, а остальные за взаимодействие с пользователем.

1. Логика

- `int check_for_beating(struct queen q1, struct queen q2)`
Эта функция вычисляет, бьют два ферзя друг друга или нет. Имеет два параметра (2 ферзя) структурного типа, объединяющего два целочисленных поля - две координаты ферзя. Тип возвращаемого значения – *int* – 1, если два ферзя бьют друг друга, и 0 – в противном случае.
- `int queens_result(struct queen q1, struct queen q2, struct queen q3)`
Эта функция определяет, какой ферзь, кого бьет. Имеет три параметра (3 ферзя) структурного типа, объединяющего два целочисленных поля - две координаты ферзя. Далее она несколько раз вызывает функцию *check_for_beating* и для каждой пары ферзей вычисляет результат. Возвращаемое значение имеет тип *int* – один элемент из перечисления *enum*, название которого характеризует результат.

2. Взаимодействие с пользователем

- `void input_with_check(int* x, int* y, int number)`
Эта функция осуществляет контролируемый ввод из консоли координат ферзя. Имеет два параметра типа *int** - две координаты ферзя. И один параметр типа *int* - номер ферзя. Возвращаемое значение - *void*.
- `void display_result(int result)`
Эта функция выводит в консоль результат функции *queens_result*. Она принимает один параметр типа *int* – один элемент из перечисления *enum*, название которого характеризует результат. Возвращаемое значение имеет тип *void*.
- `void help_queens(void)`
Эта функция выводит в консоль информацию о том, как запускать приложение **Ферзи** из параметров командной строки. Она не имеет параметров. Возвращаемое значение - *void*.

- `void queens_parameters(int argc, char** argv)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при вводе данных через параметры командной строки. Она содержит 2 параметра: типа *int* - количество аргументов командной строки и типа *char*** - массив, содержащий эти аргументы. Считывает данные из параметров командной строки. Вызывает функцию *display_result*, которая выводит результат в консоль. Возвращаемое значение - *void*.

- `void queens(void)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при запуске приложения в интерактивном режиме. Она не имеет параметров. Считывает данные из консоли с помощью функции *input_with_check*. Затем вызывает функцию *display_result*, которая выводит результат в консоль. Возвращаемое значение - *void*.

1.2.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Интегрированная среда разработки: Qt Creator 3.5.0 (opensource)

Компилятор: GCC 4.9.1 20140922 (Red Hat 4.9.1-10)

Операционная система: Debian GNU/Linux 8 (jessie) 32-бита (version 3.14.1)

Утилита *cppcheck*: 1.67

Утилита *valgrind*: valgrind-3.10.0

На всех стадиях разработки приложения проходило тестирование, ручное и автоматическое. Последнее осуществлялось посредством модульных тестов *Qt*, основанных на библиотеке *QTestLib*.

Аналогично, на всех стадиях разработки приложения проводился динамический анализ утилитой *valgrind*.

На финальной стадии был проведён статический анализ с помощью утилиты *cppcheck*.

1.2.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Ручные тесты

I тест

Входные данные: 3 1 4 8 2 2

Выходные данные: no_one

Результат: Тест успешно пройден

II тест

Входные данные: 4 4 8 2 7 7

Выходные данные: OneThree

Результат: Тест успешно пройден

2. Модульные тесты *Qt*

I тест

Входные данные: 1 2 3 4 5 6

Выходные данные: everyone

Результат: Тест успешно пройден

II тест

Входные данные: 1 6 2 6 1 3

Выходные данные: OneTwo_OneThree

Результат: Тест успешно пройден

3. Статический анализ *cppcheck*

Утилита *cppcheck* не выявила ошибок.

4. Динамический анализ *valgrind*

Утилита *valgrind* не выявила проблем.

1.2.6 Выводы

В ходе выполнения работы автор получил опыт создания многомодульного приложения с отделением логики от взаимодействия с пользователем. Автор впервые использовал перечисления *enum*, что оказалось очень удобно. Были укреплены навыки в создании структурных типов, тестировании программы с помощью модульных тестов и анализе утилитами *cppcheck* и *valgrind*.

Листинги

queens.h

```
1 #ifndef QUEENS_H
2 #define QUEENS_H
3
4 #ifdef __cplusplus
5 extern "C" {
6 #endif
7
8 struct queen
9 {
10     int x;
11     int y;
12 };
13
14 int check_for_beating(struct queen q1, struct queen q2);
15
16 enum who_beat {no_one = 0, everyone, OneTwo_OneThree,
17               OneTwo_TwoThree, OneTwo,
18               OneThree_TwoThree, OneThree, TwoThree};
19
20 int queens_result(struct queen q1, struct queen q2,
21                  struct queen q3);
22
23 #ifdef __cplusplus
24 }
25 #endif // QUEENS_H
```

queens_check_for_beating.c

```
1 #include <stdlib.h>
2
3 #include "queens.h"
4
5 int check_for_beating(struct queen q1, struct queen q2)
6 {
7     return (q1.x == q2.x || q1.y == q2.y) || (abs(q1.x-q2
8     .x) == abs(q1.y-q2.y));
9 }
```

queens_result_for_output.c

```
1 #include "queens.h"
2
```

```

3 int queens_result(struct queen q1, struct queen q2,
4 struct queen q3)
5 {
6     int result = no_one;
7     if (check_for_beating(q1, q2))
8     {
9         if (check_for_beating(q1, q3))
10        {
11            if (check_for_beating(q2, q3))
12            {
13                result = everyone;
14            }
15            else
16            {
17                result = OneTwo_OneThree;
18            }
19        }
20        else
21        {
22            if (check_for_beating(q2, q3))
23            {
24                result = OneTwo_TwoThree;
25            }
26            else
27            {
28                result = OneTwo;
29            }
30        }
31    }
32    else if (check_for_beating(q1, q3))
33    {
34        if (check_for_beating(q2, q3))
35        {
36            result = OneThree_TwoThree;
37        }
38        else
39        {
40            result = OneThree;
41        }
42    }
43    else if (check_for_beating(q2, q3))
44    {
45        result = TwoThree;
46    }
47    return result;
48 }

```

queens_ui.c

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #include "main.h"
5 #include "queens.h"
6
7 void queens(void)
8 {
9     struct queen q1, q2, q3;
10
11     // Считать координаты шахматной доски координатами ма
12     // трицы 8x8 от 1 до 8 !!!
13
14     input_with_check(&q1.x, &q1.y, 1);
15     input_with_check(&q2.x, &q2.y, 2);
16     input_with_check(&q3.x, &q3.y, 3);
17
18     display_result(queens_result(q1, q2, q3));
19 }
20
21 void queens_parameters(int argc, char** argv)
22 {
23     switch (argc)
24     {
25         case 2:
26             queens();
27             break;
28         case 8:
29             {
30                 struct queen q1, q2, q3;
31                 q1.x = atoi(argv[2]);
32                 q1.y = atoi(argv[3]);
33                 q2.x = atoi(argv[4]);
34                 q2.y = atoi(argv[5]);
35                 q3.x = atoi(argv[6]);
36                 q3.y = atoi(argv[7]);
37
38                 display_result(queens_result(q1, q2, q3));
39                 break;
40             }
41         default:
42             put_error;
43             help_queens();
44             break;
45     }
46 }
47
48 void input_with_check(int* x, int* y, int number)

```

```

48 {
49     do
50     {
51         printf("Введите координаты %i-го ферзя\n", number
52             );
53         scanf("%i%i", x, y);
54     }
55     while (*x < 1 || *x > 8 || *y < 1 || *y > 8);
56 }
57 void display_result(int result)
58 {
59     switch (result)
60     {
61         case no_one:
62             puts("Никто никого не бьет");
63             break;
64         case everyone:
65             puts("Все ферзи бьют друг друга");
66             break;
67         case OneTwo_OneThree:
68             printf("1 и 2 ферзи бьют друг друга\n1 и 3 фе
69                 рзи бьют друг друга\n");
70             break;
71         case OneTwo_TwoThree:
72             printf("1 и 2 ферзи бьют друг друга\n2 и 3 фе
73                 рзи бьют друг друга\n");
74             break;
75         case OneTwo:
76             puts("1 и 2 ферзи бьют друг друга");
77             break;
78         case OneThree_TwoThree:
79             printf("1 и 3 ферзи бьют друг друга\n2 и 3 фе
80                 рзи бьют друг друга\n");
81             break;
82         case OneThree:
83             puts("1 и 3 ферзи бьют друг друга");
84             break;
85         case TwoThree:
86             puts("2 и 3 ферзи бьют друг друга");
87             break;
88     }
89 }

```


Глава 2

Циклы

2.1 Задание 1. Деление уголком

2.1.1 Задание

Даны натуральные числа M и N . Вывести на экран процесс их деления с остатком

2.1.2 Теоритические сведения

При разработке приложения были задействованы следующие конструкции языка: оператор выбора **switch**, операторы ветвления **if** и **if-else-if**, оператор цикла с предусловием **while** и оператор цикла со счётчиком **for** – и были использованы функции стандартной библиотеки *scanf* и *puts*, определённые в заголовочном файле *stdio.h*; *atoi*, *calloc*, *free*, определённые в *stdlib.h*.

При реализации алгоритма решения задачи, автор воспользовался методом деления в столбик целых чисел. Конкретно в таком виде алгоритм используется в России, Франции, Бельгии и других странах.

2.1.3 Проектирование

В ходе проектирования было решено выделить 9 функций, 6 из которых отвечают за логику, а остальные – за взаимодействие с пользователем.

1. Логика

- `int numlen(int num)`

Эта функция вычисляет длину числа - количество цифр в записи числа. Она имеет один целочисленный параметр - число, длину которого нужно найти. Возвращаемое значение типа `int` - длина числа.

- `int power(int a, int b)`

Эта функция возводит целое число, переданное как первый аргумент, в целую степень - число переданное, как второй аргумент. Возвращает целое число - результат.

- `int n_th_dig_of_num(int n, int num)`

Эта функция возвращает *n*-ую цифру числа *number*, где *n* - первый аргумент функции, а *number* - второй. Обращается к функциям *power* и *numlen*.

- `void put_number_char_by_char_to_array_with_counter`

`(char* array, int number, int *index)`

Эта функция помещает в массив символов, который является ее первым аргументом, посимвольно число, которое является вторым аргументом. При всем этом есть третий аргумент типа *int** - указатель на счетчик, который считает, сколько в массиве заполнено ячеек. Обращается к функциям *numlen* и *n_th_dig_of_num*. Возвращаемое значение имеет тип *void*.

- `void put_n_symbols_to_array_with_counter(char* array,`

`int n, char symbol, int *index)`

Эта функция помещает в массив символов, который является ее первым аргументом, *n* - второй целочисленный аргумент функции - символов, которые являются третьим аргументом функции. При всем этом есть четвертый аргумент типа *int** - указатель на счетчик, который считает, сколько в массиве заполнено ячеек. Возвращаемое значение имеет тип *void*

- `void put_result_to_array(char* array, int first_number,`

`int second_number)`

Эта функция вычисляет результат - символьную последовательность и помещает его в массив символов. Имеет три аргумента: массив символов, в который помещается результирующая символьная последовательность; и два аргумента типа *int* - делимое и делитель соответственно. Возвращаемое значение - *void*. Обращается к функциям:

```
numlen;  
power;  
n_th_dig_of_num;  
put_number_char_by_char_to_array_with_counter;  
put_n_symbols_to_array_with_counter.
```

2. Взаимодействие с пользователем

- `void help_quotient(void);`

Эта функция выводит в консоль информацию о том, как запускать приложение **Деление уголком** из параметров командной строки. Она не имеет аргументов. Возвращаемое значение - *void*.

- `void quotient_parameters(int argc, char** argv)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при вводе данных через параметры командной строки. Она содержит 2 параметра: типа *int* - количество аргументов командной строки и типа *char*** - массив, содержащий эти аргументы. Считывает данные из параметров командной строки. Динамически выделяет память под массив, в который будет помещен результат. Вызывает функцию *put_result_to_array*. Выводит полученный массив символов в консоль. Освобождает выделенную память. Возвращаемое значение - *void*.

- `void quotient(void);`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при запуске приложения в интерактивном режиме. Она не содержит аргументов. Считывает данные из консоли. Динамически выделяет память под массив, в который будет помещен результат. Вызывает функцию *put_result_to_array*. Выводит полученный массив символов в консоль. Освобождает выделенную память. Возвращаемое значение - *void*.

2.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Интегрированная среда разработки: Qt Creator 3.5.0 (opensource)

Компилятор: GCC 4.9.1 20140922 (Red Hat 4.9.1-10)

Операционная система: Debian GNU/Linux 8 (jessie) 32-бита (version 3.14.1)

Утилита `cppcheck`: 1.67

Утилита `valgrind`: valgrind-3.10.0

На всех стадиях разработки приложения проходило ручное тестирование и автоматическое тестирование с помощью модульных тестов *Qt*, основанных на библиотеке *QTestLib*.

Аналогично, на всех стадиях разработки приложения проводился динамический анализ утилитой *valgrind*.

На финальной стадии был проведён статический анализ с помощью утилиты *cppcheck*.

2.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Ручные тесты

Входные и выходные данные:

```
Введите 2 числа
1156 3
115613
9 385
--
25
24
--
16
15
--
1
```

Результат: Тест успешно пройден

2. Модульные тесты *Qt*

I тест

Входные данные: 128 2

Выходные данные:

```
"128|2\n12 64\n--\n08\n8\n--\n0"
```

Результат: Тест успешно пройден

3. Статический анализ *cppcheck*

Утилита *cppcheck* предупредила о следующем: "на 57-й строке в файле `quotient_process.c` совершается операция над неинициализированной переменной". В данной ситуации автором было предусмотрено, чтобы в итерации цикла, в которой переменная еще не инициализировалась, она не использовалась. То есть к ошибке в выполнении программы это не приводило. Тем не менее, недочет был исправлен, и теперь *cppcheck* больше не выдает предупреждений.

4. Динамический анализ *valgrind*

Утилита *valgrind* не выявила проблем.

2.1.6 Выводы

В ходе выполнения работы автор получил опыт в использовании циклов, обработке массивов и динамическом выделении памяти.

Листинги

```
quotient.h
1 #ifndef QUOTIENT_H
2 #define QUOTIENT_H
3
4 #ifdef __cplusplus
5 extern "C" {
6 #endif
7
8 void put_number_char_by_char_to_array_with_counter(char*
    array, int number, int *index);
9 void put_n_symbols_to_array_with_counter(char* array, int
    n, char symbol, int *index);
10 void put_result_to_array(char* array, int first_number,
    int second_number);
11 int numlen(int num);
12 int n_th_dig_of_num(int n, int num);
13 int power(int a, int b);
14
15 #ifdef __cplusplus
16 }
17 #endif
18
19 #endif // QUOTIENT_H
```

quotient_process.c

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #include "quotient.h"
5
6 void put_n_symbols_to_array_with_counter(char* array, int
   n, char symbol, int *index)
7 {
8     for (int i = 0; i < n; ++i)
9         array[++*index] = symbol;
10 }
11
12 void put_number_char_by_char_to_array_with_counter(char*
   array, int number, int *index)
13 {
14     for (int i = 1; i <= numlen(number); ++ i)
15         array[++*index] = n_th_dig_of_num(i, number) +
16             48;
17 }
18 void put_result_to_array(char* array, int first_number,
   int second_number)
19 {
20     int dividend, residue, result, product;
21     result = first_number / second_number;
22     dividend = first_number / power(10, numlen(result) -
23         1);
24     residue = first_number % power(10, numlen(result) -
25         1);
26     int indent = dividend;
27     int crutch = 1; //нужен для правильного числа черточ
28     ек в случаях, когда разность равна 0 :)
29     int index = -1;
30     int num_of_additional_spaces;
31     for (int i = 1; i <= numlen(result); ++i)
32     {
33         if (i == 1)
34         {
35             put_number_char_by_char_to_array_with_counter
36                 (array, dividend, &index);
37             if (residue != 0)
38                 put_number_char_by_char_to_array_with_counter
39                     (array, residue, &index);
40             put_n_symbols_to_array_with_counter(array, 1,
41                 ' ', &index);
42             put_number_char_by_char_to_array_with_counter
43                 (array, second_number, &index);

```

```

37         put_n_symbols_to_array_with_counter(array, 1,
38             '\n', &index);
39     }
40     product = second_number * n_th_dig_of_num(i,
41         result);
42     put_n_symbols_to_array_with_counter(array, numlen
43         (indent) - numlen(product), ' ', &index);
44     put_number_char_by_char_to_array_with_counter(
45         array, product, &index);
46
47     if (i != 1)
48         put_n_symbols_to_array_with_counter(array, 1,
49             '\n', &index);
50
51     if (i == 1)
52     {
53         put_n_symbols_to_array_with_counter(array,
54             numlen(first_number) - numlen(dividend) +
55             1, ' ', &index);
56
57         put_number_char_by_char_to_array_with_counter
58             (array, result, &index);
59         put_n_symbols_to_array_with_counter(array, 1,
60             '\n', &index);
61     }
62
63     if (i != 1)
64         put_n_symbols_to_array_with_counter(array,
65             num_of_additional_spaces, ' ', &index);
66
67     if (crutch == 0)
68         put_n_symbols_to_array_with_counter(array,
69             numlen(dividend) + 1, '-', &index);
70     else
71         put_n_symbols_to_array_with_counter(array,
72             numlen(dividend), '- ', &index);
73
74     put_n_symbols_to_array_with_counter(array, 1, '\n
75         ', &index);
76
77     num_of_additional_spaces = numlen(indent) -
78         numlen(dividend - product);
79
80     put_n_symbols_to_array_with_counter(array,
81         num_of_additional_spaces, ' ', &index);
82
83     put_number_char_by_char_to_array_with_counter(
84         array, dividend - product, &index);

```

```

70
71     if (i != numlen(result))
72     {
73         put_number_char_by_char_to_array_with_counter
            (array, n_th_dig_of_num(i, residue), &
            index);
74         put_n_symbols_to_array_with_counter(array, 1,
            '\n', &index);
75     }
76
77     crutch = dividend - product;
78     dividend = (dividend - product) * 10 +
        n_th_dig_of_num(i, residue);
79     indent = indent * 10 + n_th_dig_of_num(i, residue
        );
80
81 }
82 }
83
84 int numlen(int num)
85 {
86     int count;
87
88     if (num)
89     {
90         count = 0;
91         while (num)
92         {
93             ++count;
94             num /= 10;
95         }
96     }
97     else
98     {
99         count = 1;
100     }
101     return count;
102 }
103
104 int power(int a, int b)
105 {
106     int result = 1;
107     for (int i = 0; i < b; ++i)
108     {
109         result *= a;
110     }
111     return result;
112 }
113

```



```

114 int n_th_dig_of_num(int n, int num)
115 {
116     return (num / power(10, numlen(num) - n)) % 10;
117 }

```

quotient_ui.c

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  #include "quotient.h"
5  #include "main.h"
6
7  void quotient(void)
8  {
9      int m, n;
10     puts("Введите 2 числа");
11     scanf("%i%i", &m, &n);
12     puts("");
13     char* buffer = (char*) calloc(1000, sizeof(char));
14
15     put_result_to_array(buffer, m, n);
16
17     puts(buffer);
18
19     free(buffer);
20 }
21
22 void quotient_parameters(int argc, char** argv)
23 {
24     switch (argc)
25     {
26         case 2:
27             quotient();
28             break;
29
30         case 4:
31         {
32             int m = atoi(argv[2]), n = atoi(argv[3]);
33             char* buffer = (char*) calloc(1000, sizeof(
34                 char));
35
36             put_result_to_array(buffer, m, n);
37
38             puts(buffer);
39
40             free(buffer);
41             break;
42         }
43     }
44 }

```

```
42         default:
43             put_error;
44             help_quotient();
45             break;
46     }
47 }
```

Глава 3

Матрицы

3.1 Задание 1. Нули на главной диагонали

3.1.1 Задание

В каждом столбце и каждой строке матрицы $P(n, n)$ содержится ровно один нулевой элемент. Перестановкой строк добиться расположения всех нулей по главной диагонали матрицы.

3.1.2 Теоритические сведения

При разработке приложения были задействованы следующие конструкции языка: оператор выбора **switch**, оператор ветвления **if**, оператор цикла со счётчиком **for** – и были использованы функции стандартной библиотеки *fopen*, *fclose*, *fscanf*, *fprintf* и *puts*, определённые в заголовочном файле *stdio.h*; *atoi*, *malloc*, *free*, определённые в *stdlib.h*.

Алгоритм решения задачи был реализован благодаря знанию такого понятия, как сортировка массива.

3.1.3 Проектирование

В ходе проектирования было решено выделить 5 функций, 2 из которых отвечают за логику, а остальные – за взаимодействие с пользователем.

1. Логика

- `int level_of_null(int** P, int n, int number_of_column)`

Эта функция определяет, в каком столбце в конкретной строке матрицы находится ноль. Имеет 2 аргумента: *int*** - целочисленную матрицу, *int* - ее размерность и *int* - номер строки. Возвращает целое число - номер столбца.

- `void sort_nulls_to_the_main_diagonal(int** P, int n)`

Эта функция сортирует в матрице нули на главную диагональ. Имеет 2 аргумента: *int*** - целочисленную матрицу и *int* - ее размерность. Обращается к функции *level_of_null*. Возвращаемое значение - *void*.

2. Взаимодействие с пользователем

- `void matrix_parameters(int argc, char** argv)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при запуске приложения в интерактивном режиме. Она содержит два аргумента типа *char** - названия файлов для ввода и вывода. Динамически выделяет память под массив, в который будет помещен результат. Вызывает функцию *sort_nulls_to_the_main_diagonal*. Выводит полученный массив символов в консоль. Освобождает выделенную память. Возвращаемое значение - *void*.

- `void help_matrix(void);`

Эта функция выводит в консоль информацию о том, как запускать приложение **Матрица** из параметров командной строки. Она не имеет аргументов. Возвращаемое значение - *void*.

- `void matrix(char* input_file_name, char* output_file_name)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при вводе данных через параметры командной строки. Она содержит 2 параметра: типа *int* - количество аргументов командной строки и типа *char*** - массив, содержащий эти аргументы. Считывает данные из параметров командной строки - названия файлов, из которых осуществляется ввод массива, и в которые осуществляется вывод обработанного массива. Вызывает функцию *matrix*. Возвращаемое значение - *void*.

3.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Интегрированная среда разработки: Qt Creator 3.5.0 (opensource)

Компилятор: GCC 4.9.1 20140922 (Red Hat 4.9.1-10)

Операционная система: Debian GNU/Linux 8 (jessie) 32-бита (version 3.14.1)

Утилита `cppcheck`: 1.67

Утилита `valgrind`: valgrind-3.10.0

На всех стадиях разработки приложения проходило автоматическое тестирование с помощью модульных тестов *Qt*, основанных на библиотеке *QTestLib*.

Аналогично, на всех стадиях разработки приложения проводился динамический анализ утилитой *valgrind*. На финальной стадии был проведён статический анализ с помощью утилиты *cppcheck*.

3.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Модульные тесты *Qt*

I тест

Входные данные:

```
5
1 1 1 0 1
1 0 3 4 5
1 3 5 7 0
0 4 7 10 13
1 5 0 13 17
```

Выходные данные:

```
0 4 7 10 13
1 0 3 4 5
1 5 0 13 17
1 1 1 0 1
1 3 5 7 0
```

Результат: Тест успешно пройден

2. Статический анализ *cppcheck*

Утилита *cppcheck* не выдала предупреждений.

3. Динамический анализ *valgrind*

Утилита *valgrind* не выявила проблем.

3.1.6 Выводы

В ходе выполнения работы автор получил опыт в обработке матрицы и в работе с файлами.

Листинги

matrix.h

```
1 #ifndef MATRIX_H
2 #define MATRIX_H
3
4 #ifdef __cplusplus
5 extern "C" {
6 #endif
7
8 int level_of_null(int** P, int n, int number_of_column);
9 void sort_nulls_to_the_main_diagonal(int** P, int n);
10
11 #ifdef __cplusplus
12 }
13 #endif
14
15 #endif // MATRIX_H
```

matrix_processing.c

```
1 int level_of_null(int** P, int n, int number_of_line)
2 {
3     int result = 0;
4     for (int i = 0; i < n; ++i)
5         if (P[number_of_line][i] == 0)
6         {
7             result = i;
8             break;
9         }
10    return result;
11 }
12
13
14 void sort_nulls_to_the_main_diagonal(int** P, int n)
15 {
16     int* t;
17     int i, j;
```

```

18     for (i = n-1; i >= 0; --i)
19         for (j = 0; j < i; ++j)
20             if (level_of_null(P, n, j) > level_of_null(P,
21                 n, j+1))
22                 {
23                     t = P[j];
24                     P[j] = P[j+1];
25                     P[j+1] = t;
26                 }

```

matrix_ui.c

```

1  #include <stdlib.h>
2  #include <stdio.h>
3
4  #include "matrix.h"
5  #include "main.h"
6
7  void matrix(char* input_file_name, char* output_file_name
8  )
9  {
10     FILE* in;
11     FILE* out;
12     in = fopen(input_file_name, "r");
13     out = fopen(output_file_name, "w");
14     int** P;
15     int n, i, j;
16     fscanf(in, "%i", &n);
17
18     P = (int**) malloc(n * sizeof(int*));
19     for (i = 0; i < n; ++i)
20         P[i] = (int*) malloc(n * sizeof(int));
21
22     for (i = 0; i < n; ++i)
23         for (j = 0; j < n; ++j)
24             fscanf(in, "%i\n", &P[i][j]);
25
26     sort_nulls_to_the_main_diagonal(P, n);
27
28     for (i = 0; i < n; ++i)
29     {
30         for (j = 0; j < n; ++j)
31             fprintf(out, "%i ", P[i][j]);
32         fprintf(out, "\n");
33     }
34
35     for (i = 0; i < n; ++i)
36         free(P[i]);

```

```

36     free(P);
37     fclose(in);
38     fclose(out);
39     puts("Программа успешно выполнена!");
40 }
41
42 void matrix_parameters(int argc, char** argv)
43 {
44     switch (argc)
45     {
46         case 2:
47             matrix("matrix.in", "matrix.out");
48             break;
49         case 4:
50             matrix(argv[2], argv[3]);
51             break;
52         default:
53             put_error;
54             help_matrix();
55             break;
56     }
57 }

```


Глава 4

Строки

4.1 Задание 1. Отцентрировать текст

4.1.1 Задание

Каждую строку заданного текста вывести на экран симметрично относительно его центра.

4.1.2 Теоритические сведения

При разработке приложения были задействованы следующие конструкции языка: оператор выбора **switch**, оператор ветвления **if**, оператор цикла со счётчиком **for**, оператор цикла с предусловием **while** – и были использованы функции стандартной библиотеки *fopen*, *fclose*, *fgets*, *fputs* и *puts*, определённые в заголовочном файле *stdio.h*; *atoi*, *calloc*, *free*, определённые в *stdlib.h*; *strlen*, *memset* и *strcat*, определённые в *string.h*.

Автору не раз приходилось центровать текст в текстовых редакторах, поэтому именно этот опыт стал основой для реализации алгоритма решения задачи.

4.1.3 Проектирование

В ходе проектирования было решено выделить 5 функций, 2 из которых отвечают за логику, а остальные – за взаимодействие с пользователем.

1. Логика

- `void determine_file_proportions(char* input_file_name,`

```
int* number_of_lines, int* max_length_of_line)
```

Эта функция открывает файл, проходит по тексту, лежащему в нем, и определяет число строк и максимальную длину строки в этом тексте, а затем закрывает файл. Она имеет три аргумента: *char** - имя файла, *int** - указатель на число строк и *int** - указатель на максимальную длину строки. Возвращает значение типа *void*.

- `void symmetrize_line(char* final_line, char* initial_line,`
`int max_length_of_line)`

Эта функция добавляет в начало строки необходимое число пробелов. Она имеет 3 аргумента: *char** - строка, в которую помещается результат; *char** - исходная строка; *int* - максимальная длина строки в тексте. Возвращаемое значение - *void*.

2. Взаимодействие с пользователем

- `void help_lines_symmetrization(void)`
Эта функция выводит в консоль информацию о том, как запускать приложение **Центрирование строк** из параметров командной строки. Она не имеет аргументов. Возвращаемое значение - *void*.
- `void lines_symmetrization_parameters(int argc, char** argv)`
Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при вводе данных через параметры командной строки. Она содержит 2 параметра: типа *int* - количество аргументов командной строки и типа *char*** - массив, содержащий эти аргументы. Считывает данные из параметров командной строки - названия файлов, из которых осуществляется ввод строк текста, и в которые осуществляется вывод обработанных строк текста. Вызывает функции *determine_file_proportions* и *symmetrize_line*. Возвращаемое значение - *void*.
- `void lines_symmetrization(char* input_file_name, char*`
`output_file_name)`

Эта функция отвечает за взаимодействие с пользователем при запуске приложения в интерактивном режиме. Она содержит два аргумента типа *char** - названия файлов для ввода и вывода. Динамически выделяет память под строки, в которые будет происходить запись с файла, и в которые будут записываться обработанные строки. Вызывает функции *determine_file_proportions* и *symmetrize_line*. Выводит полученный текст построчно в консоль. Освобождает выделенную память. Возвращаемое значение - *void*.

4.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Интегрированная среда разработки: Qt Creator 3.5.0 (opensource)

Компилятор: GCC 4.9.1 20140922 (Red Hat 4.9.1-10)

Операционная система: Debian GNU/Linux 8 (jessie) 32-бита (version 3.14.1)

Утилита cppcheck: 1.67

Утилита valgrind: valgrind-3.10.0

На всех стадиях разработки приложения проходило ручное тестирование и автоматическое тестирование с помощью модульных тестов *Qt*, основанных на библиотеке *QTestLib*.

Аналогично, на всех стадиях разработки приложения проводился динамический анализ утилитой *valgrind*.

На финальной стадии был проведён статический анализ с помощью утилиты *cppcheck*.

4.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Ручные тесты

Входные данные:

```

shfjks dsaf asdlkf dsfsf
wfkqowdn n n qowri
sdafja ajsdfq ;lkqfpoqwqwev kjasdf
sdfqsd
q jj j
wdef'koqkwfk poqdsfo qkopkfk sdfsf
qjwefkjqpofkkoqpkewfpo sdf s
123333333 sdfsdg asdg 345 gfdsg44t
gf sggwgr werg43521523 sf gwsfdg
wg sfgsdgskjdfgjksdgsdhfgsdngsk agjsldgasdg las asdjgas
g
fs
39239 vxmv
1123 1r afasgsdjgpokdf d d d d d ?? ? ? ?
asdfasfsadfasdf sdfsadfsdf asdfasfsaf sadfasdfqwegwethe73456 fdg
fdsg rgwer
22

fdsg sdfg
g
sdgsgdwer

```

Выходные данные:

```

shfjks dsaf asdlkf dsfsf
wfkqowdn n n qowri
sdafja ajsdfq ;lkqfpoqwqwev kjasdf
sdfqsd
q jj j
wdef'koqkwfk poqdsfo qkopkfk sdfsf
qjwefkjqpofkkoqpkewfpo sdf s
123333333 sdfsdg asdg 345 gfdsg44t
gf sggwgr werg43521523 sf gwsfdg
wg sfgsdgskjdfgjksdgsdhfgsdngsk agjsldgasdg las asdjgas
g
fs
39239 vxmv
1123 1r afasgsdjgpokdf d d d d d ?? ? ? ?
asdfasfsadfasdf sdfsadfsdf asdfasfsaf sadfasdfqwegwethe73456 fdg
fdsg rgwer
22

fdsg sdfg
g
sdgsgdwer

```

Результат: Тест успешно пройден

2. Модульные тесты *Qt*

I тест

Входные данные: "sdfj1 sfvslk ! asdf" 30

Выходные данные: " sdfjl sfvslk ! asdf"

Результат: Тест успешно пройден

3. Статический анализ *cppcheck*

Утилита *cppcheck* не выдала никаких предупреждений.

4. Динамический анализ *valgrind*

Утилита *valgrind* не выявила проблем.

4.1.6 Выводы

В ходе работы я получил опыт в обработке строк, а также укрепил навык работы с файлами.

Листинги

lines_symmetrization.h

```
1 #ifndef LINES_SYMMETRIZATION_H
2 #define LINES_SYMMETRIZATION_H
3
4 #ifdef __cplusplus
5 extern "C" {
6 #endif
7
8 void symmetrize_line(char* final_line, char* initial_line
9 , int max_length_of_line);
10 void determine_file_proportions(char* input_file_name,
11 int* number_of_lines, int* max_length_of_line);
12
13 #ifdef __cplusplus
14 }
15 #endif // LINES_SYMMETRIZATION_H
```

lines_symmetrization_processing.c

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
5 #include "lines_symmetrization.h"
6
7 void determine_file_proportions(char* input_file_name,
8 int* number_of_lines, int* max_length_of_line)
```

```

8 {
9     const int maximum_length_of_line = 256;
10    FILE *in;
11    in = fopen(input_file_name, "r");
12    char *str;
13    str = (char *) calloc(maximum_length_of_line, sizeof(
        char));
14    int count = 0;
15    *max_length_of_line = 0;
16    while (!feof(in))
17    {
18        fgets(str, maximum_length_of_line, in);
19        if ((int) strlen(str) > *max_length_of_line)
20            *max_length_of_line = strlen(str);
21        ++count;
22    }
23    *number_of_lines = count;
24    free(str);
25    fclose(in);
26 }
27
28 void symmetrize_line(char* final_line, char* initial_line
    , int max_length_of_line)
29 {
30     int left_indent = (max_length_of_line - strlen(
        initial_line)) / 2;
31
32     memset(final_line, ' ', left_indent);
33     final_line[left_indent] = '\0';
34     strcat(final_line, initial_line);
35 }

```

lines_symmetrization_ui.c

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 #include "lines_symmetrization.h"
5 #include "main.h"
6
7 void lines_symmetrization(char* input_file_name, char*
    output_file_name)
8 {
9     FILE* in;
10    FILE* out;
11    int number_of_lines, max_length_of_line;
12    determine_file_proportions(input_file_name, &
        number_of_lines, &max_length_of_line);
13

```

```

14     char* initial_line = (char*) calloc (
        max_length_of_line, sizeof(char));
15     char* final_line = (char*) calloc (max_length_of_line
        , sizeof(char));
16     in = fopen(input_file_name, "r");
17     out = fopen(output_file_name, "w");
18
19     for (int i = 0; i < number_of_lines; ++i)
20     {
21         fgets(initial_line, max_length_of_line, in);
22         symmetrize_line(final_line, initial_line,
            max_length_of_line);
23         fputs(final_line, out);
24     }
25
26     free(initial_line);
27     free(final_line);
28     fclose(in);
29     fclose(out);
30     puts("Программа успешно выполнена!");
31 }
32
33 void lines_symmetrization_parameters(int argc, char**
    argv)
34 {
35     switch (argc)
36     {
37         case 2:
38             lines_symmetrization("lines.in", "lines.out")
                ;
39             break;
40         case 4:
41             lines_symmetrization(argv[2], argv[3]);
42             break;
43         default:
44             put_error;
45             help_lines_symmetrization();
46             break;
47     }
48 }

```

Глава 5

Листинги к главам 1 - 4

5.1 Листинги

```
main.h
1 #ifndef MAIN
2 #define MAIN
3
4 #define put_error puts("Неправильный ввод параметров!!!")
5 ;
6 void exchange(void);
7 void exchange_parameters(int argc, char** argv);
8
9 void help_exchange(void);
10 void help_queens(void);
11 void help_matrix(void);
12 void help_quotient(void);
13 void help_lines_symmetrization(void);
14 void help(void);
15 void help_parameters(int argc, char** argv);
16
17 void queens(void);
18 void input_with_check(int* x, int* y, int number);
19 void display_result(int result);
20 void queens_parameters(int argc, char** argv);
21
22 void lines_symmetrization(char* input_file_name, char*
    output_file_name);
23 void lines_symmetrization_parameters(int argc, char**
    argv);
24
25 void matrix(char* input_file_name, char* output_file_name
    );
```



```

26 void matrix_parameters(int argc, char** argv);
27
28 void main_menu(void);
29 void menu_no_parameters(void);
30
31 void quotient(void);
32 void quotient_parameters(int argc, char** argv);
33
34 #endif // MAIN

```

help_ui.c

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <string.h>
3
4 #include "main.h"
5
6 #define put_equally puts
7 ("===== "\
8 "=====");
9 #define put_exch puts("Параметр --exchange:\n\
10 --exchange                запуск программ
   ы Размен в автоматическом режиме\n\
11 --exchange number        запуск программ
   ы Размен с аргументом number (number - натуральное чис
   ло)");
12 #define put_quens puts("Параметр --queens:\n\
13 --queens                запуск программ
   ы Ферзи в автоматическом режиме\n\
14 --queens x1 y1 x2 y2 x3 y3 запуск программ
   ы Ферзи с аргументами x1, y1, x2, y2, x3, y3 (натураль
   ные числа)");
15
16 #define put_quot puts("Параметр --quotient:\n\
17 --quotient                запуск программ
   ы Деление уголком в автоматическом режиме\n\
18 --quotient dividend divider запуск программ
   ы Деление уголком, где dividend - делимое, а divider -
   делитель");
19
20 #define put_matr puts("Параметр --matrix:\n\
21 --matrix                запуск программ
   ы Матрица в автоматическом режиме\n\
22 --matrix <input> <output> запуск программ
   ы Матрица с входными данными из файла input и с выводом
   в файл output");
23
24 #define put_str puts("Параметр --centered_lines:\n\

```

```

25 --lines_symmetrization                                запуск программ
    ы Симметрирование строк в автоматическом режиме\n\
26 --lines_symmetrization <input> <output>              запуск программ
    ы Симметрирование строк с входными данными из файла
    input и с выводом в файл output");
27
28
29 void help_exchange(void)
30 {
31     put_equally;
32     put_exch;
33     put_equally;
34 }
35
36 void help_queens(void)
37 {
38     put_equally;
39     put_quens;
40     put_equally;
41 }
42 void help_matrix(void)
43 {
44     put_equally;
45     put_matr;
46     put_equally;
47 }
48
49 void help_quotient(void)
50 {
51     put_equally;
52     put_quot;
53     put_equally;
54 }
55
56 void help_lines_symmetrization(void)
57 {
58     put_equally;
59     put_str;
60     put_equally;
61 }
62
63 void help(void)
64 {
65     put_equally;
66     puts("Информация о параметрах командной строки\n"
67         "Параметр --interactive:\n"
68         "--interactive                                запус
        к приложения в интерактивном режиме");
69     puts("");

```

70	puts("Параметр --help:\n"	
71	"--help	ПОМОЩ
	Ъ\n"	
72	"--help <--name_of_task>	ПОМОЩ
	Ъ с --name_of_task");	
73	puts("");	
74	put_exch;	
75	puts("");	
76	put_quens;	
77	puts("");	
78	put_quot;	
79	puts("");	
80	put_matr;	
81	puts("");	
82	put_str;	
83	puts("");	
84	put_equally;	
85	}	
86		
87	void help_parameters(int argc, char** argv)	
88	{	
89	switch (argc)	
90	{	
91	case 2:	
92	help();	
93	break;	
94	case 3:	
95	if (!strcmp(argv[2], "--exchange"))	
96	help_exchange();	
97	else if (!strcmp(argv[2], "--queens"))	
98	help_queens();	
99	else if (!strcmp(argv[2], "--matrix"))	
100	help_matrix();	
101	else if (!strcmp(argv[2], "--quotient"))	
102	help_quotient();	
103	else if (!strcmp(argv[2], "--	
	lines_symmetrization"))	
104	help_lines_symmetrization();	
105	break;	
106	default:	
107	put_error;	
108	help();	
109	break;	
110	}	
111	}	

menu.c

1 #include <stdio.h>

```

2 #include <stdlib.h>
3
4 #include "main.h"
5
6 void main_menu(void)
7 {
8     char key;
9     do
10    {
11        system("clear");
12        printf("Выберите программу!\n1)Размен\n2)Ферзи\n3
13        )Деление уголком\n4)Матрица\n"
14        "5)Симметрирование строк\n6)Завершить рабо
15        ту\n");
16        scanf("%c", &key);
17    }
18    while (key < '1' || key > '6');
19
20    switch (key)
21    {
22        case '1':
23            exchange();
24            break;
25        case '2':
26            queens();
27            break;
28        case '3':
29            quotient();
30            break;
31        case '4':
32            matrix("matrix.in", "matrix.out");
33            break;
34        case '5':
35            lines_symmetrization("lines.in", "lines.out")
36            ;
37            break;
38        case '6':
39            exit(0);
40            break;
41    }
42 }
43
44 void menu_no_parameters(void)
45 {
46     char key;
47     do
48    {
49        system("clear");
50        puts("Вы запустили прогамму без параметров!!!");

```

```

48     puts("Выберите вариант продолжения");
49     puts("1)Получить информацию об эксплуатации\n2)За
        вершить программу");
50     scanf("%c", &key);
51 }
52 while (key < '1' || key > '2');
53 switch (key)
54 {
55     case '1':
56         help();
57         break;
58     case '2':
59         exit(0);
60         break;
61 }
62 }

```

main.c

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <string.h>
4
5  #include "lines_symmetrization.h"
6
7  void determine_file_proportions(char* input_file_name,
    int* number_of_lines, int* max_length_of_line)
8  {
9      const int maximum_length_of_line = 256;
10     FILE *in;
11     in = fopen(input_file_name, "r");
12     char *str;
13     str = (char *) calloc(maximum_length_of_line, sizeof(
        char));
14     int count = 0;
15     *max_length_of_line = 0;
16     while (!feof(in))
17     {
18         fgets(str, maximum_length_of_line, in);
19         if ((int) strlen(str) > *max_length_of_line)
20             *max_length_of_line = strlen(str);
21         ++count;
22     }
23     *number_of_lines = count;
24     free(str);
25     fclose(in);
26 }
27

```

```

28 void symmetrize_line(char* final_line, char* initial_line
    , int max_length_of_line)
29 {
30     int left_indent = (max_length_of_line - strlen(
        initial_line)) / 2;
31
32     memset(final_line, ' ', left_indent);
33     final_line[left_indent] = '\\0';
34     strcat(final_line, initial_line);
35 }

```

tst_qt_teststest.cpp

```

1  #include <QString>
2  #include <QtTest>
3  #include <stdio.h>
4  #include <stdlib.h>
5  #include <string.h>
6  #include "exchange.h"
7  #include "queens.h"
8  #include "quotient.h"
9  #include "matrix.h"
10 #include "lines_symmetrization.h"
11
12 class Qt_testsTest : public QObject
13 {
14     Q_OBJECT
15
16 public:
17     Qt_testsTest();
18
19 private Q_SLOTS:
20     void exchange_test();
21     void queens_test();
22     void quotient_test();
23     void matrix_test();
24     void lines_simmetrization_test();
25 };
26
27 Qt_testsTest::Qt_testsTest()
28 {
29 }
30
31 void Qt_testsTest::exchange_test()
32 {
33     struct purse coins_actual;
34
35     coins_actual = change_by_coins(28);
36     QCOMPARE(coins_actual.fives, 5);

```

```

37     QCOMPARE(coins_actual.twos, 1);
38     QCOMPARE(coins_actual.ones, 1);
39
40     coins_actual = change_by_coins(44);
41     QCOMPARE(coins_actual.fives, 8);
42     QCOMPARE(coins_actual.twos, 2);
43     QCOMPARE(coins_actual.ones, 0);
44
45 }
46
47 void Qt_testsTest::queens_test()
48 {
49     struct queen q1, q2, q3;
50
51     q1.x = 1;
52     q1.y = 2;
53     q2.x = 3;
54     q2.y = 4;
55     q3.x = 5;
56     q3.y = 6;
57     QCOMPARE(queens_result(q1, q2, q3), (int) everyone);
58
59     q1.x = 1;
60     q1.y = 6;
61     q2.x = 2;
62     q2.y = 6;
63     q3.x = 1;
64     q3.y = 3;
65     QCOMPARE(queens_result(q1, q2, q3), (int)
66               OneTwo_OneThree);
67 }
68
69 void Qt_testsTest::quotient_test()
70 {
71     char* actual;
72     const char* expected;
73
74     actual = (char*) calloc(38, sizeof(char));
75     put_result_to_array(actual, 128, 2);
76     actual[37] = '\0';
77     expected = "128|2\n12 64\n--\n 08\n 8\n --\n 0";
78     QCOMPARE(strcmp(actual, expected), 0);
79     free(actual);
80 }
81
82 void Qt_testsTest::matrix_test()
83 {
84     int** actual = (int**) malloc(5 * sizeof(int*));

```

```

85     for (int i = 0; i < 5; ++i)
86     {
87         actual[i] = (int*) malloc(5 * sizeof(int));
88         for (int j = 0; j < 5; ++j)
89         {
90             i[actual][j] = i * j + 1; //по приколу так сде
лал :) Страуструп сказал, что так можно.
А я решил проверить.
91         } //Логично, если чер
ез оператор разыменовывания записать. Но в гол
ову это не приходило
92     }
93
94     actual[0][3] = 0; actual[1][1] = 0; actual[2][4] = 0;
95     actual[3][0] = 0; actual[4][2] = 0;
96
97     sort_nulls_to_the_main_diagonal(actual, 5);
98
99     int expected[5][5] = {{0, 4, 7, 10, 13},
100                          {1, 0, 3, 4, 5},
101                          {1, 5, 0, 13, 17},
102                          {1, 1, 1, 0, 1},
103                          {1, 3, 5, 7, 0}};
104
105     for (int i = 0; i < 5; ++i)
106     {
107         for(int j = 0; j < 5; j++)
108         {
109             QCOMPARE(actual[i][j], expected[i][j]);
110         }
111         free(actual[i]);
112     }
113
114     free(actual);
115 }
116
117 void Qt_testsTest::lines_simmetrization_test()
118 {
119     char str[] = "sdfjl sfvslk ! asdf";
120     char* actual = (char*) calloc (30, sizeof(char));
121
122     symmetrize_line(actual, str, 30);
123
124     char expected[] = "      sdfjl sfvslk ! asdf";
125
126     QCOMPARE(strcmp(actual, expected), 0);
127     free(actual);
128 }

```



```
129  
130  
131 QTEST_APPLESS_MAIN(Qt_testsTest)  
132  
133 #include "tst_qt_teststest.moc"
```

Глава 6

Введение в классы C++

6.1 Задание 1. Инкапсуляция. Таблица-ключ-значение

6.1.1 Задание

Реализовать класс ТАБЛИЦА КЛЮЧ-ЗНАЧЕНИЕ (хранит строки, каждой из которых соответствует уникальный целый ключ). Требуемые методы: конструктор, деструктор, копирование, индексация по ключу, добавление нового элемента.

6.1.2 Теоритические сведения

При разработке приложения была задействована объектная ориентированность языка C++.

6.1.3 Проектирование

В ходе проектирования было решено выделить 2 класса, 1 из которых отвечает за логику, а другой – за взаимодействие с пользователем.

1. Логика. `class Table`

- Поля
 - `string* cell`
 - `int* key`
 - `int index`
 - `int currentSize`

– `const int ADDITIONAL_SIZE = 10`

• Методы

– `void allocateMoreMemory()`

Этот метод инициализирует объект и выделяет память на 10 дополнительных ячеек для строк и для ключей.

– `Table(int tableSize = 5)`

Конструктор. В этом методе динамически выделяется память на `tableSize` ячеек для строк и ключей (по умолчанию на 5).

– `Table(const Table& object)`

Конструктор копирования. Создает новый объект с элементами другого объекта

– `~Table()`

Деструктор. Освобождает выделенную память. Уничтожает объект.

– `void put(const string value, const int key)`

Этот метод позволяет положить в массив строк строковое значение `const string value` и в целочисленный массив значение ключа `const int key`.

– `string operator[](const int keyValue) const`

Это метод перегрузки оператора индексирования, чтобы индексировать элементы массива строк по соответствующему ключу.

– `string getLastElement() const`

Этот метод возвращает последнюю строку, положенную в массив.

– `int getKeyOfLastElement() const`

Этот метод возвращает возвращает значение последнего ключа, положенного в массив.

2. `class NonexistentKeyException : public exception`

Содержит всего один метод вывода на экран сообщения о том, что нет в таблице ячейки с введенным ключом.

3. Взаимодействие с пользователем. `class TableApp`

Были выделены методы *putCellKey()* - интерфейс для добавления нового элемента, *findCellByKey()* - интерфейс для индексирования по ключу, *copyObject()* - интерфейс для копирования объекта.

6.1.4 Описание тестового стенда и методики тестирования

Интегрированная среда разработки: Qt Creator 3.5.0 (opensource)

Компилятор: GCC 4.9.1 20140922 (Red Hat 4.9.1-10)

Операционная система: Debian GNU/Linux 8 (jessie) 32-бита (version 3.14.1)

Утилита *cppcheck*: 1.67

Утилита *valgrind*: valgrind-3.10.0

На всех стадиях разработки приложения проходило автоматическое тестирование с помощью модульных тестов *Qt*, основанных на библиотеке *QTestLib*.

Аналогично, на всех стадиях разработки приложения проводился динамический анализ утилитой *valgrind*.

На финальной стадии был проведён статический анализ с помощью утилиты *cppcheck*.

6.1.5 Тестовый план и результаты тестирования

1. Модульные тесты *Qt*

Модульными тестами была протестирована работоспособность методов. Все требуемые методы - добавление элемента, копирование объекта, индексирование по ключу, конструктор и деструктор - работают.

2. Статический анализ *cppcheck*

Утилита *cppcheck* не выдала предупреждений.

3. Динамический анализ *valgrind*

Утилита *valgrind* не выявила проблем.

6.1.6 Выводы

Автор получил опыт работы в языке C++, познакомился с инкапсуляцией, а также научился обрабатывать исключительные ситуации.

Листинги

table.h

```
1 #ifndef TABLE_H
2 #define TABLE_H
3
4 #include <iostream>
5 #include <new>
6
7 using namespace std;
8
9 class NonexistentKeyException : public exception
10 {
11 public:
12     string getError()
13     {
14         return "ERROR: there are not any cells with typed
15             key";
16     }
17 };
18
19 class Table
20 {
21     string* cell;
22     int* key;
23     int index;
24     int currentSize;
25     void allocateMoreMemory();
26     const int ADDITIONAL_SIZE = 10;
27 public:
28     Table(int tableSize = 5);
29     Table(const Table& object);
30     ~Table();
31     void put(const string& value, const int& key);
32     string operator[](const int keyValue) const;
33     //не нужны по заданию, но нужны для удобного тестиров
34     //ания
35     string getLastElement() const;
36     int getKeyOfLastElement() const;
37 };
38 #endif // TABLE_H
```

table.cpp

```
1 #include "table.h"
2
```

```

3 Table::Table(int tableSize)
4 {
5     currentSize = tableSize;
6     index = -1;
7     cell = new string[tableSize];
8     key = new int[tableSize];
9 }
10
11 Table::Table(const Table &object)
12 {
13     cell = new string[currentSize = object.currentSize];
14     key = new int[currentSize];
15     for (int i = 0; i <= (index = object.index); ++i)
16     {
17         cell[i] = object.cell[i];
18         key[i] = object.key[i];
19     }
20 }
21
22 Table::~~Table()
23 {
24     delete[] cell;
25     delete[] key;
26 }
27
28 void Table::allocateMoreMemory()
29 {
30     string* tempCell = new string[currentSize +
31         ADDITIONAL_SIZE];
32     int* tempKey = new int[currentSize + ADDITIONAL_SIZE
33         ];
34     for (int i = 0; i < currentSize; ++i)
35     {
36         tempCell[i] = cell[i];
37         tempKey[i] = key[i];
38     }
39     delete[] cell;
40     delete[] key;
41
42     cell = tempCell;
43     key = tempKey;
44
45     currentSize += ADDITIONAL_SIZE;
46 }
47
48 void Table::put(const string& cellValue, const int&
    keyValue)

```

```

49 {
50     if (index == currentSize - 1)
51     {
52         allocateMoreMemory();
53     }
54     cell[++index] = cellValue;
55     key[index] = keyValue;
56 }
57
58 string Table::operator[](const int keyValue) const
59 {
60     for (auto i = 0; i <= index; ++i)
61     {
62         if (key[i] == keyValue)
63         {
64             return cell[i];
65         }
66     }
67     throw NonexistentKeyException();
68 }
69
70 string Table::getLastElement() const
71 {
72     return cell[index];
73 }
74
75 int Table::getKeyOfLastElement() const
76 {
77     return key[index];
78 }

```

tableApp.h

```

1 #ifndef TABLEAPP_H
2 #define TABLEAPP_H
3
4 #include "table.h"
5
6 using namespace std;
7
8 class TableApp
9 {
10     Table table;
11     void putCellKey();
12     void findCellByKey();
13     void copyObject();
14     const int EXIT_CODE = 9;
15 public:
16     TableApp();

```

```

17     ~TableApp();
18     void menu();
19 };
20
21 #endif // TABLEAPP_H

```

tableApp.cpp

```

1  #include "tableApp.h"
2  #include "table.h"
3
4  TableApp::TableApp()
5  {
6
7  }
8
9  TableApp::~TableApp()
10 {
11
12 }
13
14 void TableApp::menu()
15 {
16     int key;
17     do
18     {
19         cout << "Выберите вариант\n";
20         cout << "1) Положить в таблицу строковое значение и
                целочисленный ключ\n"
21              << "2) Найти строку по ключу\n"
22              << "3) Копировать текущий объект в другой\n"
23              << "9) Завершить работу программы\n";
24         cin >> key;
25         switch (key)
26         {
27             case 1:
28             {
29                 putCellKey();
30                 break;
31             }
32             case 2:
33             {
34                 findCellByKey();
35                 break;
36             }
37             case 3:
38             {
39                 copyObject();
40                 break;

```



```

41         }
42     }
43 }
44 while (key != EXIT_CODE);
45 }
46
47
48 void TableApp::putCellKey()
49 {
50     string str;
51     int k;
52     cout << "Введите строковое значение\n";
53     getline(cin >> ws, str);
54     cout << "Введите целочисленный ключ\n";
55     cin >> k;
56     cin.ignore();
57     table.put(str, k);
58 }
59
60 void TableApp::findCellByKey()
61 {
62     int k;
63     cout << "Введите целочисленный ключ\n";
64     cin >> k;
65     try
66     {
67         cout << table[k];
68     }
69     catch (NonexistentKeyException& e)
70     {
71         cout << e.getError();
72     }
73
74     cout << endl;
75 }
76
77 void TableApp::copyObject()
78 {
79     Table newTable(table);
80 }

```

Глава 7

Классы C++

7.1 Задание 1. Реализовать классы для всех приложений

7.1.1 Задание

Реализовать библиотеки с классами для первых четырех приложений. Реализовать взаимодействие с пользователем в задании с обработкой матриц. Ввод/вывод из файла/в файл осуществлять с помощью потоков.

7.1.2 Выводы

Автор получил опыт работы с механизмами абстракции, получил опыт работы с потоками, а также закрепил навыки и знания, полученные в ходе работы на данным большим проектом.

Листинги

```
exchange.h
1 #ifndef SETOFCOINS_H
2 #define SETOFCOINS_H
3
4 #include <iostream>
5 #include <exception>
6
7 using namespace std;
8
9 class AmountException : public exception
10 {
```

```

11 public:
12     string getError() const
13     {
14         return "ERROR: the value of moneyAmount you put
15             contradicts the condition";
16     };
17
18 class SetOfCoins
19 {
20     int ones;
21     int twos;
22     int fives;
23     int moneyAmount;
24
25 public:
26     SetOfCoins(int moneyAmount = 0);
27     void throwAmountException(int& moneyAmount) const;
28     void putAmount(int moneyAmount);
29     void exchange();
30     int getOnes() const;
31     int getTwos() const;
32     int getFives() const;
33     bool operator==(SetOfCoins set);
34 };
35
36 #endif // SETOFCOINS_H

```

exchange.cpp

```

1 #include "setOfCoins.h"
2
3 void SetOfCoins::throwAmountException(int& moneyAmount)
4     const
5 {
6     if (moneyAmount > 99 || moneyAmount < 0)
7     {
8         throw AmountException();
9     }
10
11 void SetOfCoins::exchange()
12 {
13     fives = moneyAmount / 5;
14     twos = moneyAmount % 5 / 2;
15     ones = moneyAmount % 5 % 2;
16 }
17

```

```

18 SetOfCoins::SetOfCoins(int moneyAmount) : moneyAmount(
    moneyAmount)
19 {
20     throwAmountException(moneyAmount);
21
22     exchange();
23 }
24
25
26 void SetOfCoins::putAmount(int moneyAmount)
27 {
28     throwAmountException(moneyAmount);
29
30     this->moneyAmount = moneyAmount;
31
32     exchange();
33 }
34
35 int SetOfCoins::getOnes() const
36 {
37     return ones;
38 }
39
40 int SetOfCoins::getTwos() const
41 {
42     return twos;
43 }
44
45 int SetOfCoins::getFives() const
46 {
47     return fives;
48 }
49
50 bool SetOfCoins::operator==(SetOfCoins set)
51 {
52     return ones == set.ones && twos == set.twos &&
        fives == set.fives;
53 }

```

queens.h

```

1 #ifndef QUEENS_H
2 #define QUEENS_H
3
4 #include <iostream>
5 #include <exception>
6 #include <vector>
7 #include <cstdlib>
8

```

```

9 using namespace std;
10
11 enum WhoBeats {NO_ONE = 0, EVERYONE, OneTwo_OneThree,
    OneTwo_TwoThree, OneTwo,
12             OneThree_TwoThree, OneThree, TwoThree};
13
14 enum CoordinateLetter {A = 1, B, C, D, E, F, G, H};
15
16 class CoordinatesException : public exception
17 {
18     int letter;
19     int numeral;
20 public:
21     CoordinatesException(int letter, int numeral) :
        letter(letter), numeral(numeral){}
22
23     int getLetter() const
24     {
25         return letter;
26     }
27
28     int getNumeral() const
29     {
30         return numeral;
31     }
32 };
33
34 class Queen
35 {
36     int letter;
37     int numeral;
38
39 public:
40     Queen(int letter = A, int numeral = 1);
41     bool amIBeat(Queen queen) const;
42 };
43
44 class ThreeQueens
45 {
46 public:
47     static WhoBeats whoBeats(Queen q1, Queen q2, Queen q3
        );
48 };
49
50 #endif // QUEENS_H

```

queens.cpp

```

1 #include "queens.h"

```

```

2
3 Queen::Queen(int letter, int numeral) : letter(letter),
    numeral(numeral)
4 {
5     if (letter < A || letter > H || numeral < 1 ||
        numeral > 8)
6     {
7         throw CoordinatesException(letter, numeral);
8     }
9 }
10
11
12 bool Queen::amIBeat(Queen queen) const
13 {
14     return letter == queen.letter || numeral == queen.
        numeral || abs(letter - queen.letter) == abs(
        numeral - queen.numeral);
15 }
16
17 WhoBeats ThreeQueens::whoBeats(Queen q1, Queen q2, Queen
    q3)
18 {
19     if (q1.amIBeat(q2))
20     {
21         if (q1.amIBeat(q3))
22         {
23             if (q2.amIBeat(q3))
24             {
25                 return EVERYONE;
26             }
27             else
28             {
29                 return OneTwo_OneThree;
30             }
31         }
32         else if (q2.amIBeat(q3))
33         {
34             return OneTwo_TwoThree;
35         }
36         else
37         {
38             return OneTwo;
39         }
40     }
41     else if (q1.amIBeat(q3))
42     {
43         if (q2.amIBeat(q3))
44         {
45             return OneThree_TwoThree;

```

```

46         }
47         else
48         {
49             return OneThree;
50         }
51     }
52     else if (q2.amIBeat(q3))
53     {
54         return TwoThree;
55     }
56     else
57     {
58         return NO_ONE;
59     }
60 }

```

longDivision.h

```

1  #ifndef LONGDIVISION_H
2  #define LONGDIVISION_H
3
4  #include <iostream>
5
6  class LongDivision
7  {
8  public:
9      void putResultToArray(char*& array, const int
          firstNumber, const int secondNumber) const;
10 private:
11     void putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(char*&
          array, const int number, int& index) const;
12     void putNSymbolsToArrayWithIndexation(char*& array,
          const int n, const char symbol, int& index) const;
13     int numlen(int number) const;
14     int nthDigOfNumber(const int n, const int number)
          const;
15     int power(const int a, const int b) const;
16 };
17
18 #endif // LONGDIVISION_H

```

longDivision.cpp

```

1  #include "longDivision.h"
2
3  void LongDivision::putNSymbolsToArrayWithIndexation(char
    *& array, const int n, const char symbol, int& index)
    const

```

```

4| {
5|     for (int i = 0; i < n; ++i)
6|         array[++index] = symbol;
7| }
8|
9| void LongDivision::
    putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(char*& array,
        const int number, int& index) const
10| {
11|     for (int i = 1; i <= numlen(number); ++ i)
12|         array[++index] = nThDigOfNumber(i, number) + 48;
13| }
14|
15| void LongDivision::putResultToArray(char*& array, const
    int firstNumber, const int secondNumber) const
16| {
17|     int dividend, residue, result, product;
18|     result = firstNumber / secondNumber;
19|     dividend = firstNumber / power(10, numlen(result) -
        1);
20|     residue = firstNumber % power(10, numlen(result) - 1)
        ;
21|     int indent = dividend;
22|     int crutch = 1;
23|     int index = -1;
24|     int numberOfAdditionalSpaces;
25|     for (int i = 1; i <= numlen(result); ++i)
26|     {
27|         if (i == 1)
28|         {
29|             putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(
                array, dividend, index);
30|             if (residue != 0)
31|                 putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(
                    array, residue, index);
32|             putNSymbolsToArrayWithIndexation(array, 1, '|
                ', index);
33|             putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(
                array, secondNumber, index);
34|             putNSymbolsToArrayWithIndexation(array, 1, '\
                n', index);
35|         }
36|
37|         product = secondNumber * nThDigOfNumber(i,
            result);
38|         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array, numlen(
            indent) - numlen(product), ' ', index);
39|         putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(array,
            product, index);

```



```

40
41     if (i != 1)
42         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array, 1, '\
43             n', index);
44
45     if (i == 1)
46     {
47         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array,
48             numlen(firstNumber) - numlen(dividend) +
49             1, ' ', index);
50
51         putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(
52             array, result, index);
53         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array, 1, '\
54             n', index);
55     }
56
57     if (i != 1)
58         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array,
59             numberOfAdditionalSpaces, ' ', index);
60
61     if (crutch == 0)
62         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array,
63             numlen(dividend) + 1, '- ', index);
64     else
65         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array,
66             numlen(dividend), '- ', index);
67
68     putNSymbolsToArrayWithIndexation(array, 1, '\n',
69         index);
70
71     numberOfAdditionalSpaces = numlen(indent) -
72         numlen(dividend - product);
73
74     putNSymbolsToArrayWithIndexation(array,
75         numberOfAdditionalSpaces, ' ', index);
76
77     putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(array,
78         dividend - product, index);
79
80     if (i != numlen(result))
81     {
82         putNumberCharByCharToArrayWithIndexation(
83             array, nthDigOfNumber(i, residue), index);
84         putNSymbolsToArrayWithIndexation(array, 1, '\
85             n', index);
86     }
87
88     crutch = dividend - product;

```

```

75         dividend = (dividend - product) * 10 +
              nThDigOfNumber(i, residue);
76         indent *= 10;
77         indent += nThDigOfNumber(i, residue);
78
79     }
80 }
81
82 int LongDivision::numlen(int number) const
83 {
84     int count;
85
86     if (number)
87     {
88         count = 0;
89         while (number)
90         {
91             ++count;
92             number /= 10;
93         }
94     }
95     else
96     {
97         count = 1;
98     }
99     return count;
100 }
101
102 int LongDivision::power(const int a, const int b) const
103 {
104     int result = 1;
105     for (int i = 0; i < b; ++i)
106     {
107         result *= a;
108     }
109     return result;
110 }
111
112 int LongDivision::nThDigOfNumber(const int n, const int
number) const
113 {
114     return (number / power(10, numlen(number) - n)) % 10;
115 }

```

matrix.h

```

1 #ifndef MATRIX_H
2 #define MATRIX_H
3

```

```

4 | #include <iostream>
5 | #include <vector>
6 | #include <exception>
7 |
8 | using namespace std;
9 |
10 | class BadDimensionException : public exception
11 | {
12 | public:
13 |     string getError() const
14 |     {
15 |         return "ERROR: the value of matrix dimension can't
16 |             be negative";
17 |     }
18 | };
19 | class WrongAdressException : public exception
20 | {
21 |     int i;
22 |     int j;
23 |
24 | public:
25 |     WrongAdressException(int i, int j) : i(i), j(j){}
26 |
27 |     int getI() const
28 |     {
29 |         return i;
30 |     }
31 |
32 |     int getJ() const
33 |     {
34 |         return j;
35 |     }
36 | };
37 |
38 | class BadMatrixException : public exception
39 | {
40 | public:
41 |     string getError() const
42 |     {
43 |         return "ERROR: matrix contradicts the condition
44 |             that one null matches one line and one column"
45 |             ;
46 |     }
47 | };
48 |
49 | class Matrix
50 | {
51 |     int dimension;

```

```

50     vector<vector<int>> matrix;
51     int levelOfNull(const int numberOfLine) const;
52     bool isMatrixIncorrect() const;
53
54 public:
55     Matrix(int dimension);
56     void sortNullsToTheMainDiagonal();
57     void put(int value, int i, int j);
58     int get(int i, int j) const;
59     int getDimension() const;
60 };
61
62 #endif // MATRIX_H

```

matrix.cpp

```

1  #include "matrix.h"
2
3  Matrix::Matrix(int dimension) : dimension(dimension)
4  {
5      if (dimension < 0)
6      {
7          throw BadDimensionException();
8      }
9      matrix.resize(dimension);
10     for (auto& row : matrix)
11     {
12         row.resize(dimension);
13     }
14 }
15
16 int Matrix::levelOfNull(const int numberOfLine) const
17 {
18     int result = 0;
19     for (int i = 0; i < dimension; ++i)
20         if (matrix[numberOfLine][i] == 0)
21         {
22             result = i;
23             break;
24         }
25     return result;
26 }
27
28 bool Matrix::isMatrixIncorrect() const
29 {
30     bool result = false;
31     for (int i = 0; i < dimension; ++i)
32     {
33         int counterOnLines = 0;

```

```

34         int counterOnColumns = 0;
35         for (int j = 0; j < dimension; ++j)
36         {
37             if (matrix[i][j] == 0)
38             {
39                 ++counterOnLines;
40             }
41             if (matrix[j][i] == 0)
42             {
43                 ++counterOnColumns;
44             }
45         }
46         if (counterOnLines > 1 || counterOnColumns > 1)
47         {
48             result = true;
49             break;
50         }
51     }
52     return result;
53 }
54
55 void Matrix::sortNullsToTheMainDiagonal()
56 {
57     if (isMatrixIncorrect())
58     {
59         throw BadMatrixException();
60     }
61     for (int i = 0; i < dimension; ++i)
62     {
63         int j = levelOfNull(i);
64         if (i != j)
65         {
66             vector<int> t = matrix[i];
67             matrix[i] = matrix[j];
68             matrix[j] = t;
69         }
70     }
71 }
72
73 void Matrix::put(int value, int i, int j)
74 {
75     if (i < 0 || i >= dimension || j < 0 || j >=
76         dimension)
77     {
78         throw WrongAdressException(i, j);
79     }
80     matrix[i][j] = value;
81 }

```

```

82 int Matrix::get(int i, int j) const
83 {
84     if (i < 0 || i >= dimension || j < 0 || j >=
        dimension)
85     {
86         throw WrongAdressException(i, j);
87     }
88     return matrix[i][j];
89 }
90
91 int Matrix::getDimension() const
92 {
93     return dimension;
94 }

```

text.h

```

1  #ifndef TEXT_H
2  #define TEXT_H
3
4  #include <iostream>
5
6  using namespace std;
7
8  class Text
9  {
10 public:
11     static void symmetrizeLine(string& finalLine, string&
        initialLine, int maxLengthOfLine);
12 };
13
14 #endif // TEXT_H

```

text.cpp

```

1  #include "text.h"
2
3  void Text::symmetrizeLine(string& finalLine, string&
        initialLine, int maxLengthOfLine)
4  {
5      int leftIndent = (maxLengthOfLine - initialLine.
        size()) / 2;
6      finalLine.append(leftIndent, ' ');
7      finalLine += initialLine;
8  }

```

matrixapp.h

```
1 #ifndef MATRIXAPP_H
2 #define MATRIXAPP_H
3
4 void matrixApp();
5
6 #endif // MATRIXAPP_H
```

matrixapp.cpp

```
1 #include <fstream>
2 #include <iostream>
3
4 #include "matrix.h"
5
6 using namespace std;
7
8 void matrixApp()
9 {
10     ifstream fileInput;
11     fileInput.open("matrix.in");
12
13     int matrixSize;
14     fileInput >> matrixSize;
15
16     try
17     {
18         Matrix matrix(matrixSize);
19
20         for (int i = 0; i < matrixSize; ++i)
21         {
22             for (int j = 0; j < matrixSize; ++j)
23             {
24                 int value;
25                 fileInput >> value;
26                 matrix.put(value, i, j);
27             }
28         }
29
30         fileInput.close();
31
32         matrix.sortNullsToTheMainDiagonal();
33
34         ofstream fileOutput;
35         fileOutput.open("matrix.out");
36         for (int i = 0; i < matrixSize; ++i)
37         {
38             for (int j = 0; j < matrixSize; ++j)
39             {
```

```

40         fileOutput << matrix.get(i, j) << " ";
41     }
42     fileOutput << endl;
43 }
44
45     fileOutput.close();
46 }
47 catch (BadDimensionException& e)
48 {
49     cout << e.getError() << endl;
50 }
51 catch (WrongAdressException& e)
52 {
53     cout << "ERROR: incorrect pair of coordinates ("
54           << e.getI() << ", " << e.getJ() << ")" << endl
55           ;
56 }
57 catch (BadMatrixException& e)
58 {
59     cout << e.getError() << endl;
60 }

```

main.cpp

```

1  #include <iostream>
2  #include <cstdlib>
3
4  #include "tableApp.h"
5  #include "matrixapp.h"
6
7  using namespace std;
8
9  int main()
10 {
11     char key;
12     do
13     {
14         system("clear");
15         cout << "1) Таблица-ключ-значение\n"
16              << "2) Сортировка нулей матрицы на главную ди-
17              агональ\n"
18              << "3) Выход\n";
19         cin >> key;
20     }
21     while (key < '1' || key > '3');
22     switch (key)
23     {

```



```

24         case '1':
25         {
26             TableApp app;
27             app.menu();
28             break;
29         }
30         case '2':
31             matrixApp();
32             break;
33         case '3':
34             exit(0);
35             break;
36     }
37     return 0;
38 }

```

testcpp.cpp

```

1  #include <QString>
2  #include <QtTest>
3
4  #include "setOfCoins.h"
5  #include "queens.h"
6  #include "longDivision.h"
7  #include "matrix.h"
8  #include "text.h"
9  #include "table.h"
10
11 class TestCpp : public QObject
12 {
13     Q_OBJECT
14
15 public:
16     TestCpp();
17
18 private Q_SLOTS:
19     void testSetOfCoins();
20     void testQueens();
21     void testLongDivision();
22     void testMatrix();
23     void testText();
24     void testTablePut();
25     void testTableIndexationByKey();
26     void testTableException();
27 };
28
29 TestCpp::TestCpp()
30 {
31 }

```

```

32
33 void TestCpp::testSetOfCoins()
34 {
35     {
36         SetOfCoins set(98);
37         QCOMPARE(set.getOnes(), 1);
38         QCOMPARE(set.getTwos(), 1);
39         QCOMPARE(set.getFives(), 19);
40     }
41
42     {
43         SetOfCoins set(99);
44         QCOMPARE(set.getOnes(), 0);
45         QCOMPARE(set.getTwos(), 2);
46         QCOMPARE(set.getFives(), 19);
47     }
48
49     {
50         SetOfCoins set(6);
51         QCOMPARE(set.getOnes(), 1);
52         QCOMPARE(set.getTwos(), 0);
53         QCOMPARE(set.getFives(), 1);
54     }
55
56     QVERIFY_EXCEPTION_THROWN(SetOfCoins set2(-12),
57                             AmountException);
57 }
58
59 void TestCpp::testQueens()
60 {
61     Queen q1(A, 4);
62     Queen q2(B, 5);
63     Queen q3(A, 2);
64
65     QVERIFY_EXCEPTION_THROWN(Queen q1(-1, 4),
66                             CoordinatesException);
67     QCOMPARE(ThreeQueens::whoBeats(q1, q2, q3) ==
68             OneTwo_OneThree, true);
67 }
68
69 void TestCpp::testLongDivision()
70 {
71     LongDivision longDivision;
72     const char* expected;
73     char* actual;
74
75     actual = new char[37];
76     longDivision.putResultToArray(actual, 128, 2);
77     expected = "128|2\n12 64\n--\n 08\n 8\n --\n 0";

```

```

78     QCOMPARE((string) actual == (string) expected, true);
79     delete[] actual;
80 }
81
82 void TestCpp::testMatrix()
83 {
84     QVERIFY_EXCEPTION_THROWN(Matrix matrix(-5),
85                               BadDimensionException);
86
87     Matrix matrix(5);
88     int dimension = matrix.getDimension();
89     for (int i = 0; i < dimension; ++i)
90     {
91         for (int j = 0; j < dimension; ++j)
92         {
93             matrix.put(i * j + 1, i, j);
94         }
95         matrix.put(0, i, dimension - i - 1);
96     }
97
98     matrix.sortNullsToTheMainDiagonal();
99
100     int expected[5][5] = {{0, 5, 9, 13, 17},
101                           {1, 0, 7, 10, 13},
102                           {1, 3, 0, 7, 9},
103                           {1, 2, 3, 0, 5},
104                           {1, 1, 1, 1, 0}};
105
106     for (int i = 0; i < dimension; ++i)
107     {
108         for(int j = 0; j < dimension; j++)
109         {
110             QCOMPARE(matrix.get(i, j), expected[i][j]);
111         }
112     }
113 }
114
115 void TestCpp::testText()
116 {
117     string finalLine;
118     string initialLine = "hfsdfsg deq";
119     Text::symmetrizeLine(finalLine, initialLine, 25);
120     string expected = "          hfsdfsg deq";
121     QCOMPARE(finalLine == expected, 1);
122 }
123
124 void TestCpp::testTablePut()

```

```

126 {
127     Table table;
128     table.put("hello world!", 128);
129     table.put("dfsdg", 256);
130     QCOMPARE(table.getKeyOfLastElement() == 256, true);
131 }
132
133 void TestCpp::testTableIndexationByKey()
134 {
135     Table table;
136     table.put("hello world!", 128);
137     table.put("dfsdg", 256);
138     QCOMPARE(table[128] == "hello world!", true);
139 }
140
141 void TestCpp::testTableException()
142 {
143     Table table;
144     table.put("hello world!", 128);
145     QVERIFY_EXCEPTION_THROWN(table[1],
146                             NonexistentKeyException);
147 }
148 QTEST_APPLESS_MAIN(TestCpp)
149
150 #include "testcpp.moc"

```