

Лабораторная работа №1

по дисциплине «Программирование на Си»

Основные конструкции языка

Кострицкий А. С., Ломовской И. В.

Москва — 2023 — TS2302072249

Содержание

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Цель работы | 1 |
| 2 | Первая часть | 2 |
| 2.1 | Задача №1 | 2 |
| 2.2 | Задача №2 | 3 |
| 2.3 | Задача №3 | 3 |
| 2.4 | Задача №4 | 4 |
| 3 | Вторая часть | 4 |
| 3.1 | Задача №5 | 5 |
| 3.2 | Задача №6 | 5 |
| 3.3 | Задача №7 | 6 |
| 3.4 | Задача №8 | 7 |
| 3.5 | Задача №9 | 7 |
| 4 | Взаимодействие с системой тестирования | 8 |

1 Цель работы

Целью лабораторной работы является знакомство студента с инструментарием для создания, отладки и сопровождения программ, написанных на языке программирования Си. Студент должен получить и закрепить на практике следующие знания и умения:

1. Умение компилировать программу из командной строки в рамках однофайлового проекта.
2. Умение работать в интегрированной среде разработки на примере Qt Creator, в том числе
 - (a) создавать проект;
 - (b) настраивать различные варианты сборки и очистки проекта;

- (с) отлаживать программу.
- 3. Умение декомпозировать задачи на подзадачи.
- 4. Умение реализовывать подзадачи в виде «чистых» функций.
- 5. Умение продумывать ограничения на входные данные и процесс обработки ошибочных ситуаций.
- 6. Умение подготавливать тестовые данные и оценивать полноту оных.

2 Первая часть

Входные данные вводятся, а выходные выводятся строго в том порядке, в котором они встречаются в задании. Вариант для каждой задачи определяется отдельно, по умолчанию по кольцу (как остаток от деления варианта студента в ЭУ на количество вариантов), но может быть изменён преподавателем на его усмотрение.

Помните, что кодируется не задача, а её решение, которое желательно иметь *до* того, как Вы сели за клавиатуру. Попробуйте поступить следующим образом:

1. Выделите в задаче входные и выходные данные. Обычно это те данные, которые предлагается ввести самостоятельно и требуется распечатать соответственно.
2. Найдите однозначную зависимость между входными и выходными данными, иначе говоря, решите задачу аналитически.
3. Выберите подходящие типы для представления данных.
4. Мысленно разделите решение на три блока — блок ввода, блок расчёта, блок вывода; в первом закодируйте ввод и, если необходимо, проверку на валидность всех входных данных; во втором запишите последовательность действий для вычисления выходных данных по входным; в третьем реализуйте распечатку выходных данных на экран.

Для задач первой части можно считать, что пользователь всегда вводит только валидные данные, никаких проверок ввода совершать не нужно.

2.1 Задача №1

1. Познакомьтесь с сообщениями, которые выдаёт компилятор во время компиляции программы с синтаксическими ошибками:
 - (а) Попытайтесь скомпилировать программу из задачи №1, которая заведомо содержит синтаксические ошибки.
 - (б) Изучите выдачу компилятора. Какая информация помогает вам понять, к какой строке исходной программы относится сообщение об ошибке?

- (с) Исправьте ошибки. В силу специфики работы компилятора исправлять ошибки рекомендуется строго по одной и по порядку обнаружения с последующей попыткой компиляции после каждого исправления.
- 2. Познакомьтесь с интегрированной средой разработки на примере QT Creator. В результате знакомства Вы должны уметь:
 - (а) Создавать проект, настраивать этапы сборки и очистки проекта, запуск приложения.
 - (б) Анализировать сообщения об ошибках компиляции; знать, где посмотреть сообщения об ошибках, выданные самим компилятором.
 - (с) Использовать отладчик: выполнять программу в пошаговом режиме; устанавливать точки останова и условия их срабатывания; работать с переменными.

Найдите и исправьте ошибки в программе.

```
include studio.h
main{}
(
int s;

s: = 56;
print (Year has s weeks)
)
```

2.2 Задача №2

Варианты

- 0. Принять с клавиатуры величины оснований a и b и высоты h равнобедренной трапеции. Найти и вывести на экран периметр P трапеции.
- 1. Принять с клавиатуры величины оснований a и b и угла в градусах φ при большем основании равнобедренной трапеции. Найти и вывести на экран площадь S трапеции.
- 2. Принять с клавиатуры координаты $x_a, y_a, x_b, y_b, x_c, y_c$ треугольника abc на плоскости. Найти и вывести на экран периметр P треугольника.
- 3. Принять с клавиатуры величины двух сторон a и b треугольника abc и угла в градусах φ между ними. Найти и вывести на экран площадь S треугольника.

2.3 Задача №3

Варианты

- 0. По введенным с клавиатуры росту человека в сантиметрах, обхвату грудной клетки в сантиметрах и массе тела в килограммах определить и вывести на

экран нормальный вес человека m_{normal} и индекс массы его тела BMI, полагая, что

$$m_{\text{normal}} = \frac{ht}{240},$$
$$\text{BMI} = \frac{m}{h^2},$$

где h — рост человека, измеряемый в сантиметрах при расчёте нормального веса, и в метрах — при расчёте индекса массы тела; t — обхват грудной клетки в сантиметрах; m — вес в килограммах.

1. С клавиатуры вводится число литров V_1 и температура T_1 воды в первой ёмкости и число литров V_2 и температура T_2 воды во второй ёмкости, которые предстоит смешать. Найти и вывести на экран объём V и температуру T образовавшейся смеси.
2. С клавиатуры вводятся величины сопротивлений трёх резисторов, R_1 , R_2 , R_3 , соединённых параллельно. Найти и вывести на экран сопротивление R всего соединения.
3. С клавиатуры вводится величины начальной скорости v_0 , ускорения a и времени t равноускоренного прямолинейного движения тела. Найти и вывести на экран перемещение S .

2.4 Задача №4

Варианты

0. Бутылка воды стоит 45 копеек. Пустые бутылки сдаются по 20 копеек, и на полученные деньги опять покупается вода. По введённому с клавиатуры количеству копеек найти и вывести на экран наибольшее возможное количество бутылок воды, которые можно купить. Циклов не использовать.
1. Определить и вывести на экран номер подъезда и этажа по введённому с клавиатуры номеру квартиры девятиэтажного дома, считая, что на каждом этаже ровно 4 квартиры, а нумерация квартир начинается с первого подъезда.
2. С клавиатуры задаётся время в секундах. Перевести в часы, минуты, секунды и вывести на экран.
3. С клавиатуры задаётся трёхзначное число. Вывести на экран произведение его цифр.

3 Вторая часть

Входные данные вводятся, а выходные выводятся строго в том порядке, в котором они встречаются в задании. Вариант для каждой задачи определяется отдельно, по умолчанию по кольцу (как остаток от деления варианта студента в ЭУ на количество вариантов), но может быть изменён преподавателем на его усмотрение.

Начиная с пятой задачи, следует проверять валидность входных данных. Перечень и примеры проверок Вы можете найти в методических указаниях в кафедральном moodle.

Начиная с пятой задачи, следует отслеживать полноту тестовых данных с помощью утилиты gsov. Подробные методические указания Вы можете найти в кафедральном moodle.

Для реализации каждой из задач второй части Вам необходимо выделить, по крайней мере, одну осмысленную функцию.

3.1 Задача №5

Варианты

0. С клавиатуры вводятся целое a и целое положительное n . Вычислить и вывести на экран a^n .
1. С клавиатуры вводятся целое положительное a и целое положительное d . Вычислить и вывести на экран частное q и остаток r при делении a на d , не используя операций целочисленного деления.
2. Вычислить и вывести на экран число Фибоначчи Fib_n , приняв с клавиатуры целое неотрицательное n . Рекурсивных функций не использовать, положить $\text{Fib}_0 = 0$, $\text{Fib}_1 = 1$. Предусмотреть возможное переполнение целого числа при решении.
3. Приняв с клавиатуры два натуральных числа, a и b , вычислить и вывести на экран наибольший общий делитель оных.
4. Составить программу для печати разложения на простые множители заданного натурального числа n . Если n равно 1, печатать ничего не надо.
5. Составить программу, распечатывающую вводимое с клавиатуры натуральное n , полагая, что функцию `printf` можно вызывать только для печати цифр числа: вызов `printf("%d", i)` можно осуществлять лишь при $i = 0, 1, 2, \dots, 9$.

3.2 Задача №6

Варианты

0. Принять с клавиатуры координаты $x_a, y_a, x_b, y_b, x_c, y_c$ треугольника abc на плоскости. Определить тип треугольника и вывести на экран целое число в зависимости от ответа: 0 — остроугольный, 1 — прямоугольный, 2 — тупоугольный.
1. Принять с клавиатуры координаты $x_a, y_a, x_b, y_b, x_c, y_c$ треугольника abc на плоскости. Найти и вывести на экран площадь S треугольника.
2. С клавиатуры задаются координаты $x_a, y_a, x_b, y_b, x_c, y_c$ вершин треугольника abc на плоскости и координаты точки x_p, y_p . Определить, лежит ли точка внутри, на границе или вне треугольника, и вывести на экран 0, 1 или 2 соответственно.

3. С клавиатуры задаются координаты точек x_q, y_q, x_r, y_r на прямой и координаты произвольной точки x_p, y_p . Определить взаимное расположение точки и прямой и вывести на экран целое число в зависимости от ответа: 0 — лежит выше прямой, 1 — на прямой, 2 — под прямой.
4. С клавиатуры задаются координаты точек x_q, y_q, x_r, y_r отрезка qr и координаты произвольной точки x_p, y_p . Определить, не принадлежит или принадлежит точка отрезку, и вывести на экран 0 или 1 соответственно.
5. С клавиатуры задаются координаты точек x_p, y_p, x_q, y_q отрезка pq и координаты точек x_r, y_r, x_s, y_s отрезка rs . Определить, не пересекаются или пересекаются два отрезка, и вывести на экран 0 или 1 соответственно.

3.3 Задача №7

Приняв с клавиатуры x и ε , $0 < \varepsilon \leq 1$, вывести на экран вычисленное с точностью¹ ε приближённое значение $s(x)$ и точное значение $f(x)$ функции f , абсолютную Δ и относительную δ погрешности:

$$\Delta = |f(x) - s(x)|, \quad \delta = \frac{|f(x) - s(x)|}{|f(x)|}.$$

Варианты

0.

$$\forall x \, f(x) = e^x, \, s(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^5}{5!} + \dots$$

1.

$$\forall x \, f(x) = \sin(x), \, s(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} + \dots$$

2.

$$(\forall x : |x| \leq 1) \, f(x) = \arcsin(x), \, s(x) = x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \dots$$

3.

$$(\forall x : |x| \leq 1) \, f(x) = \arctan(x), \, s(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} + \dots$$

4.

$$(\forall x : |x| < 1) \, f(x) = \frac{1}{(1+x)^3}, \, s(x) = 1 - \frac{2 \cdot 3 \cdot x}{2} + \frac{3 \cdot 4 \cdot x^2}{2} - \frac{4 \cdot 5 \cdot x^3}{2} + \frac{5 \cdot 6 \cdot x^4}{2} + \dots$$

5.

$$(\forall x : |x| < 1) \, f(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}, \, s(x) = 1 + \frac{1 \cdot x^2}{2} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^4}{2 \cdot 4} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^6}{2 \cdot 4 \cdot 6} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^8}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} + \dots$$

¹Накопление суммы следует выполнять до тех пор, пока очередной член ряда по абсолютной величине не окажется меньше заданной ε .

3.4 Задача №8

Если во время выполнения программы в этой задаче ошибок не было, вывод результата следует начинать с сообщения «Result:□», за которым и выводится результат вычислений.

В случае возникновения ошибочной ситуации вывод следует начинать с сообщения «Error:□», за которым должно следовать описание ошибочной ситуации.

Варианты

0. Вводятся беззнаковое целое число длиной 4 байта a и целое число n . Числа вводятся в десятичной системе счисления. Необходимо циклически сдвинуть значение переменной a на n позиций вправо. Результат вывести в двоичной системе счисления.
1. Вводятся значения четырёх байт в десятичной системе счисления. Необходимо реализовать «упаковку» этих байт в беззнаковое целое (первый байт занимает самые старшие биты беззнакового числа, последний – самые младшие) и «распаковку» обратно. Вывести сначала результат «упаковки» (беззнаковое целое) в двоичной системе счисления, затем значения четырёх байт, полученных в результате «распаковки» (от старшего к младшему) в десятичной системе счисления.
2. Вводятся беззнаковое целое число длиной 4 байта a и целое число n . Числа вводятся в десятичной системе счисления. Необходимо циклически сдвинуть значение переменной a на n позиций влево. Результат вывести в двоичной системе счисления.
3. Вводится беззнаковое целое число длиной 4 байта. Число вводится в десятичной системе счисления. Зашифровать значение числа, поменяв местами чётные и нечётные биты (т. е. местами меняются нулевой и первый биты, второй и третий, ...). Результат шифрования вывести на экран в двоичной системе счисления.

3.5 Задача №9

Приняв с клавиатуры по концевому признаку (до первого отрицательного числа) элементы непустой последовательности неотрицательных чисел x , вычислить и вывести на экран значение $g(x)$.

Варианты

0.

$$g(x) = \sqrt{x_1 + \frac{x_2}{2} + \dots + \frac{x_n}{n}}.$$

1.

$$g(x) = \sin \left(\sqrt{x_1} + \sqrt{\frac{x_2}{2}} + \dots + \sqrt{\frac{x_n}{n}} \right).$$

2.

$$g(x) = \frac{1}{n} (\sqrt{1+x_1} + \sqrt{2+x_2} + \dots + \sqrt{n+x_n}).$$

3.

$$g(x) = \exp \left(\frac{1}{(x_1+1) \cdot (x_2+2) \cdot \dots \cdot (x_n+n)} \right).$$

4 Взаимодействие с системой тестирования

1. Исходный код лабораторной работы размещается студентом в ветви `lab_LL`, а решение каждой из задач — в отдельной папке с названием вида `lab_LL_PP_CC`, где `LL` — номер лабораторной, `PP` — номер задачи, `CC` — вариант студента. Если дана общая задача без вариантов, решение следует сохранять в папке с названием вида `lab_LL_PP`.

Пример: решения восьми задач седьмого варианта пятой лабораторной размещаются в папках `lab_05_01_07`, `lab_05_02_07`, `lab_05_03_07`, ..., `lab_05_08_07`.

2. Исходный код должен соответствовать оглашённым в начале семестра правилам оформления.
3. Если для решения задачи студентом создаётся отдельный проект в IDE, разрешается поместить под версионный контроль файлы проекта, добавив перед этим необходимые маски в список игнорирования. Старайтесь добавлять маски общего вида. Для каждого проекта должны быть созданы, как минимум, два варианта сборки: `Debug` — с отладочной информацией, и `Release` — без отладочной информации.
4. Сборка проекта на сервере происходит с помощью компилятора `gcc` с ключами `std=c99`, `Wall`, `Werror`, `Wpedantic`, `Wextra`.

При сборке проектов, в которых используются типы с плавающей точкой, дополнительно указываются флаги `Wfloat-equal` и `Wfloat-conversion`.

При сборке проектов лабораторных работ, в которых запрещено использовать массивы переменной длины (VLA), дополнительно указывается флаг `Wvla`.

Если в Вашей программе используются математические функции из стандартной библиотеки, в Linux команда компиляции Вашей программы должна включать ключ `lm`, указывающий компилятору на явную компоновку математической библиотеки, которая в Linux не добавляется по умолчанию, в отличие от оставшейся части стандартной библиотеки.

Пример:

```
gcc -std=c99 -Wall -Werror -o app.exe main.c -lm
```

5. Крайне рекомендуется для проверки с некоторой периодичностью дополнительно собирать проект с помощью компилятора `clang` с тем же набором флагов.

6. Крайне рекомендуется проводить анализ проекта с помощью одного или нескольких статических анализаторов, которые рассматриваются в рамках практикума. Помните, что рекомендации статанализатора нужно принимать или отвергать обоснованно.
7. Для каждой программы ещё до реализации студентом подготавливаются и помещаются под версионный контроль в подпапку `func_tests/data/` функциональные тесты, демонстрирующие её работоспособность.

Позитивные входные данные следует располагать в файлах вида `pos_TT_in.txt`, выходные — в файлах вида `pos_TT_out.txt`, аргументы командной строки при наличии — в файлах вида `pos_TT_args.txt`, где `TT` — номер тестового случая.

Негативные входные данные следует располагать в файлах вида `neg_TT_in.txt`, выходные — в файлах вида `neg_TT_out.txt`, аргументы командной строки при наличии — в файлах вида `neg_TT_args.txt`, где `TT` — номер тестового случая.

Разрешается помещать под версионный контроль в подпапку `func_tests/scripts/` сценарии автоматического прогона функциональных тестов. Если Вы используете при автоматическом прогоне функциональных тестов сравнение строк, не забудьте проверить используемые кодировки. Помните, что UTF-8 и UTF-8(BOM) — две разные кодировки.

Под версионный контроль в подпапку `func_tests/` также помещается файл `readme.md` с описанием в свободной форме содержимого каждого из тестов. Вёрстка файла на языке Markdown обязательной не является, достаточно обычного текста.

Пример: восемь позитивных и шесть негативных функциональных тестов без дополнительных ключей командной строки должны размещаться в файлах `pos_01_in.txt`, `pos_01_out.txt`, ..., `neg_06_out.txt`. В файле `readme.md` при этом может содержаться следующая информация:

```

# Тесты для лабораторной работы №LL

## Входные данные
Целые a, b, c

## Выходные данные
Целые d, e

## Позитивные тесты:
- 01 - обычный тест;
- 02 - в качестве первого числа ноль;
...
- 08 - все три числа равны.

## Негативные тесты:
- 01 - вместо первого числа идёт буква;
- 02 - вместо второго числа идёт буква;
...
- 06 - вводятся слишком большие числа.

```

8. Если не указано обратное, успешность ввода должна контролироваться. При первом неверном вводе программа должна прекращать работу с ненулевым кодом возврата.
9. Вывод программы может содержать текстовые сообщения и числа. Если не указано обратное, тестовая система анализирует числа в потоке вывода, поэтому они могут быть использованы только для вывода результатов — использовать числа в информационных сообщениях запрещено.
 Пример: сообщение «Input point 1:» будет неверно воспринято тестовой системой, а сообщения «Input point A:» или «Input first point:» — правильно.
 Тестовая система вычленяет из потока вывода числа, обособленные пробельными символами.
 Пример: сообщения «a=1.043» и «a = 1.043.» будут неверно восприняты тестовой системой, а сообщения «a: 1.043» или «a = 1.043» — правильно.
10. Если не указано обратное, числа двойной точности следует выводить, округляя до шестого знака после точки.