

Лабораторная работа №13

Дисциплина: Операционные системы

Алиева Милена Арифовна

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	8
5	Ответы на контрольные вопросы	15
6	Выводы	21

Список иллюстраций

4.1	Создание необходимых файлов	8
4.2	Запись в файл calculate.c	9
4.3	Запись в файл calculate.h	9
4.4	Запись в файл main.c	10
4.5	Компиляция программы	10
4.6	Makefile	11
4.7	Запуск отладчика и команда run	11
4.8	Команда list	12
4.9	list с параметрами	12
4.10	list с параметрами	12
4.11	Остановка	13
4.12	Информация о точках и проверка	13
4.13	Значение переменной Numeral и команда display Numeral	14
4.14	Убрали точки	14
4.15	Утилита splint	14

Список таблиц

1 Цель работы

Приобрести простейшие навыки разработки, анализа, тестирования и отладки приложений в ОС типа UNIX/Linux на примере создания на языке программирования С калькулятора с простейшими функциями.

2 Задание

Создать примитивнейший калькулятор, способный складывать, вычитать, умножать и делить, возводить число в степень, брать квадратный корень, вычислять \sin , \cos , \tan . При запуске он будет запрашивать первое число, операцию, второе число. После этого программа выведет результат и остановится.

3 Теоретическое введение

Процесс разработки программного обеспечения обычно разделяется на следующие этапы: – планирование, включающее сбор и анализ требований к функционалу и другим характеристикам разрабатываемого приложения; – проектирование, включающее в себя разработку базовых алгоритмов и спецификаций, определение языка программирования; – непосредственная разработка приложения: – кодирование — по сути создание исходного текста программы (возможно в нескольких вариантах); – анализ разработанного кода; – сборка, компиляция и разработка исполняемого модуля; – тестирование и отладка, сохранение произведённых изменений; – документирование.

Для создания исходного текста программы разработчик может воспользоваться любым удобным для него редактором текста: vi, vim, mceditor, emacs, geany и др. После завершения написания исходного кода программы (возможно состоящей из нескольких файлов), необходимо её скомпилировать и получить исполняемый модуль.

4 Выполнение лабораторной работы

1. Создали необходимые файлы для работы: calculate.h, calculate.c, main.c.
(рис. [4.1])

```
[maalievag@fedora ~]$ mkdir os
[maalievag@fedora ~]$ cd os
[maalievag@fedora os]$ mkdir lab_prog
[maalievag@fedora os]$ cd lab_prog
[maalievag@fedora lab_prog]$ touch calculate.h
[maalievag@fedora lab_prog]$ touch calculate.c
[maalievag@fedora lab_prog]$ touch main.c
[maalievag@fedora lab_prog]$
```

Рис. 4.1: Создание необходимых файлов

2. Заполнили файл calculate.c (рис. [4.2])


```

27 }
28 else if(strncmp(Operation, "/", 1) == 0)
29 {
30     printf("Делить: ");
31     scanf("%f", &SecondNumeral);
32     if(SecondNumeral == 0)
33     {
34         printf("Ошибка: деление на ноль! ");
35         return(HUGE_VAL);
36     }
37     else
38         return(Numeral / SecondNumeral);
39 }
40 else if(strncmp(Operation, "pow", 3) == 0)
41 {
42     printf("Степень: ");
43     scanf("%f", &SecondNumeral);
44     return(pow(Numeral, SecondNumeral));
45 }
46 else if(strncmp(Operation, "sqrt", 4) == 0)
47     return(sqrt(Numeral));
48 else if(strncmp(Operation, "sin", 3) == 0)
49     return(sin(Numeral));
50 else if(strncmp(Operation, "cos", 3) == 0)
51     return(cos(Numeral));
52 else if(strncmp(Operation, "tan", 3) == 0)
53     return(tan(Numeral));
54 else
55 {
56     printf("Неправильно введено действие ");

```

Рис. 4.2: Запись в файл calculate.c

Заполнили файл calculate.h (рис. [4.3])

```

1  #ifndef CALCULATE_H_
2  #define CALCULATE_H_
3
4  float Calculate(float Numeral, char Operation[4]);
5
6  #endif /*CALCULATE_H_*/

```

Рис. 4.3: Запись в файл calculate.h

Заполнили файл main.c. (рис. [4.4])

```

1 #include <stdio.h>
2 #include "calculate.h"
3
4 int
5 main (void)
6 {
7     float Numeral;
8     char Operation[4];
9     float Result;
10    printf("Число: ");
11    scanf("%f",&Numeral);
12    printf("Операция (+,-,*,/,pow,sqrt,sin,cos,tan): ");
13    scanf("%s",&Operation);
14    Result = Calculate(Numeral, Operation);
15    printf("%.2f\n",Result);
16    return 0;
17 }
18

```

Рис. 4.4: Запись в файл main.c

3. Выполнили компиляцию программы посредством gcc (рис. [4.5])

```

[maalieva@fedora lab_prog]$ gcc -c calculate.c
[maalieva@fedora lab_prog]$ gcc -c main.c
[maalieva@fedora lab_prog]$ gcc calculate.o main.o -o calcul -lm
[maalieva@fedora lab_prog]$ touch makefile

```

Рис. 4.5: Компиляция программы

Создали Makefile со следующим содержанием: (рис. [4.6])

```

t #
h # Makefile
v
e
=
n
CC = gcc
CFLAGS = -g
LIBS = -lm

calcul: calculate.o main.o
        $(CC) calculate.o main.o -o calcul $(LIBS)

calculate.o: calculate.c calculate.h
        $(CC) -c calculate.c $(CFLAGS)

main.o: main.c calculate.h
        $(CC) -c main.c $(CFLAGS)

clean:
        -rm calcul *.o *~

v End Makefile

```

Рис. 4.6: Makefile

4. Запустили отладчик GDB, загрузив в него программу для отладки. Для запуска программы внутри отладчика ввели команду run: (рис. [4.7])

```

(gdb) run
Starting program: /home/maalieva/os/lab_prog/calcul
[Thread debugging using libthread_db enabled]
Using host libthread_db library "/lib64/libthread_db.so.1".
Число: 6
Операция (+, -, *, /, pow, sqrt, sin, cos, tan): *
Множитель: 2
12.00
[Inferior 1 (process 2888) exited normally]
(gdb) run
Starting program: /home/maalieva/os/lab_prog/calcul
[Thread debugging using libthread_db enabled]
Using host libthread_db library "/lib64/libthread_db.so.1".
Число: 3
Операция (+, -, *, /, pow, sqrt, sin, cos, tan): +
Второе слагаемое: 78
81.00
[Inferior 1 (process 2889) exited normally]
(gdb)

```

Рис. 4.7: Запуск отладчика и команда run

Для постраничного (по 9 строк) просмотра исходного код использовали команду list: (рис. [4.8])

```

(gdb) list
1  //////////////////////////////////////////////////
2  // main.c
3
4
5  #include <stdio.h>
6  #include "calculate.h"
7
8  int
9  main (void)
10 {
(gdb)

```

Рис. 4.8: Команда list

Для просмотра строк с 12 по 15 основного файла использовали list с параметрами: (рис. [4.9])

```

(gdb) list 12,15
12  char Operation[4];
13  float Result;
14  printf("Число: ");
15  scanf("%f",&Numeral);
(gdb)

```

Рис. 4.9: list с параметрами

Для просмотра определённых строк не основного файла использовали list с параметрами: (рис. [4.10])

```

(gdb) list calculate.c:20,29
20  else if (strcmp(Operation, "=") == 0)
21  {
22  printf("Вычитаемое: ");
23  scanf("%f",&SecondNumeral);
24  return (Numeral - SecondNumeral);
25  }
26  else if (strcmp(Operation, "*") == 0)
27  {
28  printf("Умножитель: ");
29  scanf("%f",&SecondNumeral);
(gdb)

```

Рис. 4.10: list с параметрами

Установили точку остановки в файле calculate.c на строке номер 21: (рис. [4.11])

```

(gdb) list calculate.c:20,27
20     else if(strncmp(Operation, "=", 1) == 0)
21     {
22         printf("Вычитаемое: ");
23         scanf("%f",&SecondNumeral);
24         return(Numeral - SecondNumeral);
25     }
26     else if(strncmp(Operation, "*", 1) == 0)
27     {
(gdb) break 21
Breakpoint 1 at 0x40120f: file calculate.c, line 22.
(gdb)

```

Рис. 4.11: Остановка

Вывели информацию об имеющихся в проекте точках остановки, затем запустили программу внутри отладчика и убедились, что программа остановится в момент прохождения точки: (рис. [4.12])

```

(gdb) info breakpoints
Num  Type      Disp Enb Address          What
1    breakpoint keep y  0x000000000040120f in Calculate
                                at calculate.c:22

(gdb) run
Starting program: /home/maalieva/os/lab_prog/calcul

This GDB supports auto-downloading debuginfo from the following URLs:
  <https://debuginfod.fedoraproject.org/>
Enable debuginfod for this session? (y or [n]) y
Debuginfod has been enabled.
To make this setting permanent, add 'set debuginfod enabled on' to .gdbinit.
[Thread debugging using libthread_db enabled]
Using host libthread_db library "/lib64/libthread_db.so.1".
Число: 5
Операция (+, -, *, /, pow, sqrt, sin, cos, tan): -

Breakpoint 1, Calculate (Numeral=5, Operation=0x7fffffffdf84 "=")
at calculate.c:22
22     printf("Вычитаемое: ");
(gdb)

```

Рис. 4.12: Информация о точках и проверка

Посмотрели, чему равно на этом этапе значение переменной Numeral. Сравнили с результатом вывода на экран после использования команды display Numeral (рис. [4.13])

```
(gdb) print Numeral
$1 = 5
(gdb) display Numeral
1: Numeral = 5
(gdb)
```

Рис. 4.13: Значение переменной Numeral и команда display Numeral

Убрали точки (рис. [4.14])

```
(gdb) info breakpoints
Num Type Disp Enb Address What
1 breakpoint keep y 0x000000000040120f in calculate
at calculate.c:22
breakpoint already hit 1 time
(gdb) delete 1
(gdb)
```

Рис. 4.14: Убрали точки

5. С помощью утилиты splint проанализировали коды файлов calculate.c и main.c. (рис. [4.15])

```
maalieva@fedora lab_prog]$ splint main.c
Splint 3.1.2 --- 23 Jul 2022

calculate.h:8:37: Function parameter Operation declared as manifest array (size
constant is meaningless)
A formal parameter is declared as an array with size. The size of the array
is ignored in this context, since the array formal parameter is treated as a
pointer. (Use -fixedformalarray to inhibit warning)
main.c: (in function main)
main.c:15:1: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Num...
Result returned by function call is not used. If this is intended, can cast
result to (void) to eliminate message. (Use -retvalint to inhibit warning)
main.c:17:12: Format argument 1 to scanf (%s) expects char * gets char [4] *:
&Operation
Type of parameter is not consistent with corresponding code in format string.
(Use -formattype to inhibit warning)
main.c:17:9: Corresponding format code
main.c:17:1: Return value (type int) ignored: scanf("%s", &Ope...

Finished checking --- 4 code warnings
maalieva@fedora lab_prog]$
```

Рис. 4.15: Утилита splint

5 Ответы на контрольные вопросы

1. Как получить информацию о возможностях программ gcc, make, gdb и др.?

Дополнительную информацию о этих программах можно получить с помощью функций `info` и `man`.

2. Назовите и дайте краткую характеристику основным этапам разработки приложений в UNIX.

Unix поддерживает следующие основные этапы разработки приложений:
создание исходного кода программы;
представляется в виде файла;
сохранение различных вариантов исходного текста;
анализ исходного текста; Необходимо отслеживать изменения исходного кода, а также при работе более двух программистов над проектом программы нужно, чтобы они не делали изменений кода в одно время.

компиляция исходного текста и построение исполняемого модуля;
тестирование и отладка;
проверка кода на наличие ошибок
сохранение всех изменений, выполняемых при тестировании и отладке.

3. Что такое суффикс в контексте языка программирования? Приведите примеры использования.

Использование суффикса “.c” для имени файла с программой на языке Си отражает удобное и полезное соглашение, принятое в ОС UNIX. Для любого имени

входного файла суффикс определяет какая компиляция требуется. Суффиксы и префиксы указывают тип объекта. Одно из полезных свойств компилятора Си — его способность по суффиксам определять типы файлов. По суффиксу .c компилятор распознает, что файл abcd.c должен компилироваться, а по суффиксу .o, что файл abcd.o является объектным модулем и для получения исполняемой программы необходимо выполнить редактирование связей. Простейший пример командной строки для компиляции программы abcd.c и построения исполняемого модуля abcd имеет вид: gcc -o abcd abcd.c. Некоторые проекты предпочитают показывать префиксы в начале текста изменений для старых (old) и новых (new) файлов. Опция – prefix может быть использована для установки такого префикса. Плюс к этому команда bzr diff -p1 выводит префиксы в форме которая подходит для команды patch -p1.

4. Каково основное назначение компилятора языка C в UNIX?

Основное назначение компилятора с языка Си заключается в компиляции всей программы в целом и получении исполняемого модуля.

5. Для чего предназначена утилита make?

При разработке большой программы, состоящей из нескольких исходных файлов заголовков, приходится постоянно следить за файлами, которые требуют перекомпиляции после внесения изменений. Программа make освобождает пользователя от такой рутинной работы и служит для документирования взаимосвязей между файлами. Описание взаимосвязей и соответствующих действий хранится в так называемом make-файле, который по умолчанию имеет имя makefile или Makefile.

6. Приведите пример структуры Makefile. Дайте характеристику основным элементам этого файла.

Makefile


```

CC = gcc
CFLAGS =
LIBS = -lm
calcul: calculate.o main.o
gcc calculate.o main.o -o calcul $(LIBS)
calculate.o: calculate.c calculate.h
gcc -c calculate.c $(CFLAGS)
main.o: main.c calculate.h
gcc -c main.c $(CFLAGS)
clean: -rm calcul .o ~
End Makefile

```

7. В общем случае make-файл содержит последовательность записей (строк), определяющих зависимости между файлами. Первая строка записи представляет собой список целевых (зависимых) файлов, разделенных пробелами, за которыми следует двоеточие и список файлов, от которых зависят целевые. Текст, следующий за точкой с запятой, и все последующие строки, начинающиеся с литеры табуляции, являются командами ОС UNIX, которые необходимо выполнить для обновления целевого файла. Таким образом, спецификация взаимосвязей имеет формат: `target1 [target2...]: [:] [dependment1...] [(tab)commands] [#commentary] [(tab)commands] [#commentary]`, где # — специфицирует начало комментария, так как содержимое строки, начиная с # и до конца строки, не будет обрабатываться командой make; : — последовательность команд ОС UNIX должна содержаться в одной строке make-файла (файла описаний), есть возможность переноса команд (), но она считается как одна строка; :: — последовательность команд ОС UNIX может содержаться в нескольких последовательных строках файла описаний. Приведённый выше make-файл для программы `abcd.c` включает два способа компиляции и построения исполняемого модуля. Первый способ предусматривает

обычную компиляцию с построением исполняемого модуля с именем `abcd`. Второй способ позволяет включать в исполняемый модуль `testabcd` возможность выполнить процесс отладки на уровне исходного текста.

Назовите основное свойство, присущее всем программам отладки. Что необходимо сделать, чтобы его можно было использовать? Пошаговая отладка программ заключается в том, что выполняется один оператор программы и, затем контролируются те переменные, на которые должен был воздействовать данный оператор. Если в программе имеются уже отлаженные подпрограммы, то подпрограмму можно рассматривать, как один оператор программы и воспользоваться вторым способом отладки программ. Если в программе существует достаточно большой участок программы, уже отлаженный ранее, то его можно выполнить, не контролируя переменные, на которые он воздействует. Использование точек останова позволяет пропускать уже отлаженную часть программы. Точка останова устанавливается в местах, где необходимо проверить содержимое переменных или просто проконтролировать, передаётся ли управление данному оператору. Практически во всех отладчиках поддерживается это свойство (а также выполнение программы до курсора и выход из подпрограммы). Затем отладка программы продолжается в пошаговом режиме с контролем локальных и глобальных переменных, а также внутренних регистров микроконтроллера и напряжений на выводах этой микросхемы.

8. Назовите и дайте основную характеристику основным командам отладчика `gdb`.

`backtrace` – выводит весь путь к текущей точке останова, то есть названия всех функций, начиная от `main()`; иными словами, выводит весь стек функций;

`break` – устанавливает точку останова; параметром может быть номер строки или название функции;

`clear` – удаляет все точки останова на текущем уровне стека (то есть в текущей функции);

continue – продолжает выполнение программы от текущей точки до конца;

delete – удаляет точку останова или контрольное выражение;

display – добавляет выражение в список выражений, значения которых отображаются каждый раз при остановке программы;

finish – выполняет программу до выхода из текущей функции; отображает возвращаемое значение, если такое имеется;

info breakpoints – выводит список всех имеющихся точек останова;

info watchpoints – выводит список всех имеющихся контрольных выражений;

splist – выводит исходный код; в качестве параметра передаются название файла исходного кода, затем, через двоеточие, номер начальной и конечной строки;

next – пошаговое выполнение программы, но, в отличие от команды step, не выполняет пошагово вызываемые функции;

print – выводит значение какого-либо выражения (выражение передаётся в качестве параметра);

run – запускает программу на выполнение;

set – устанавливает новое значение переменной

step – пошаговое выполнение программы;

watch – устанавливает контрольное выражение, программа остановится, как только значение контрольного выражения изменится;

9. Опишите по шагам схему отладки программы, которую Вы использовали при выполнении лабораторной работы.

Выполнили компиляцию программы. Увидели ошибки в программе Открыли редактор и исправили программу. Загрузили программу в отладчик gdb run — отладчик выполнил программу, мы ввели требуемые значения. программа завершена, gdb не видит ошибок.

10. Прокомментируйте реакцию компилятора на синтаксические ошибки в программе при его первом запуске. Отладчику не понравился формат %s

для &Operation, т.к %s — символьный формат, а значит необходим только Operation.

Назовите основные средства, повышающие понимание исходного кода программы. Если вы работаете с исходным кодом, который не вами разрабатывался, то назначение различных конструкций может быть не совсем понятным. Система разработки приложений UNIX предоставляет различные средства, повышающие понимание исходного кода. К ним относятся:

cscope - исследование функций, содержащихся в программе;

splint — критическая проверка программ, написанных на языке Си.

12. Каковы основные задачи, решаемые программой splint?

Проверка корректности задания аргументов всех исполняемых функций , а также типов возвращаемых ими значений;

Поиск фрагментов исходного текста, корректных с точки зрения синтаксиса языка Си, но малоэффективных с точки зрения их реализации или содержащих в себе семантические ошибки;

Общая оценка мобильности пользовательской программы.

6 Выводы

В ходе данной лабораторной работы я приобрела простейшие навыки разработки, анализа, тестирования и отладки приложений в ОС типа UNIX/Linux на примере создания на языке программирования С калькулятора с простейшими функциями.