

Лабораторная работа №13.

**Средства, применяемые при разработке программного обеспечения в
ОС типа UNIX/Linux.**

Александр Андреевич Шуплецов

Содержание

1	Цель работы	5
2	Теоретическое введение	6
3	Выполнение работы	7
4	Выводы	15
5	Контрольные вопросы	16
	Список литературы	22

Список иллюстраций

3.1	создание подкаталога	7
3.2	создание файлов	7
3.3	реализация функций калькулятора в файле calculate.h:	8
3.4	интерфейсный файл calculate.h	8
3.5	основной файл main.c	9
3.6	компиляция программы	9
3.7	Makefile	10
3.8	отладчик программы	10
3.9	команда list	11
3.10	команда list с параметрами	11
3.11	точка останова	12
3.12	вывод информации о точках останова	12
3.13	момент прохождения точки останова	12
3.14	значение Numeral	13
3.15	удаление точек останова	13
3.16	анализ calculate.c	13
3.17	анализ main.c	14

Список таблиц

1 Цель работы

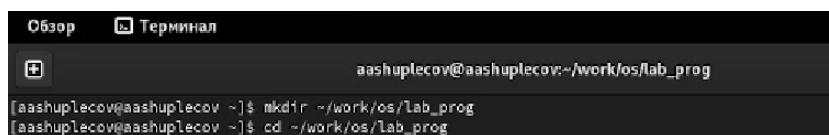
Приобрести простейшие навыки разработки, анализа, тестирования и отладки приложений в ОС типа UNIX/Linux на примере создания на языке программирования С калькулятора с простейшими функциями.

2 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.

3 Выполнение работы

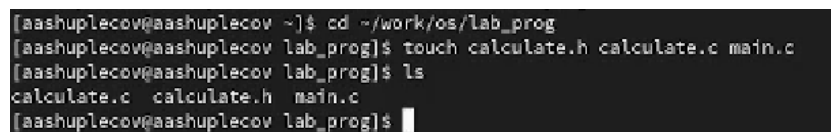
1. В домашнем каталоге создадим подкаталог ~/work/os/lab_prog.



```
Обзор Терминал
aashuplecov@aashuplecov:~/work/os/lab_prog
[aashuplecov@aashuplecov ~]$ mkdir ~/work/os/lab_prog
[aashuplecov@aashuplecov ~]$ cd ~/work/os/lab_prog
```

Рис. 3.1: создание подкаталога

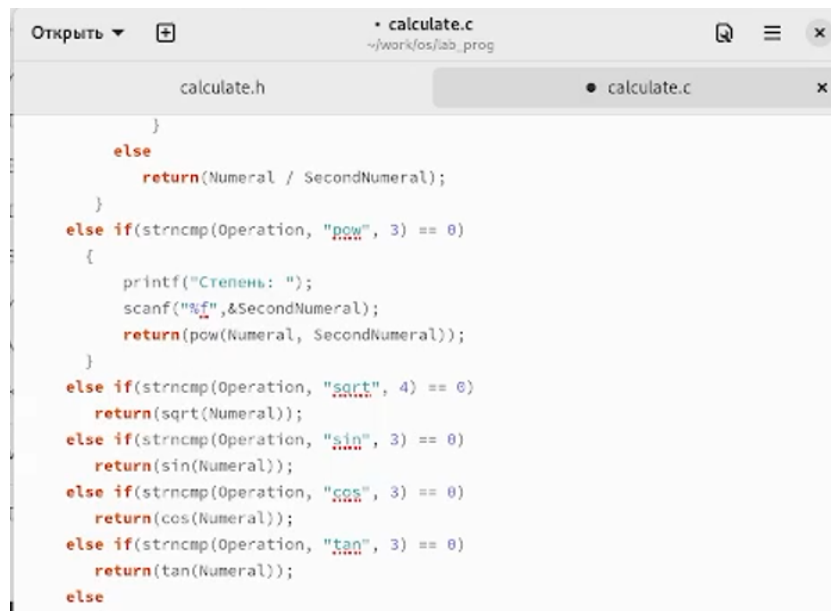
2. Создадим в нём файлы: calculate.h, calculate.c, main.c.



```
[aashuplecov@aashuplecov ~]$ cd ~/work/os/lab_prog
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$ touch calculate.h calculate.c main.c
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$ ls
calculate.c calculate.h main.c
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$
```

Рис. 3.2: создание файлов

3. Напишем реализацию функций калькулятора в файле calculate.c.



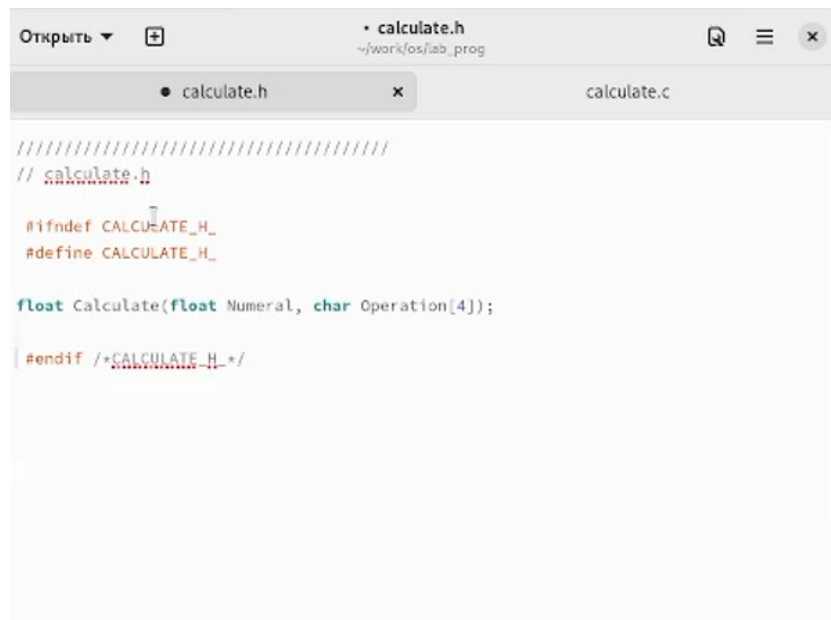
```

    }
    else
        return(Numeral / SecondNumeral);
    }
    else if(strncmp(Operation, "pow", 3) == 0)
    {
        printf("Степень: ");
        scanf("%f", &SecondNumeral);
        return(pow(Numeral, SecondNumeral));
    }
    else if(strncmp(Operation, "sqrt", 4) == 0)
        return(sqrt(Numeral));
    else if(strncmp(Operation, "sin", 3) == 0)
        return(sin(Numeral));
    else if(strncmp(Operation, "cos", 3) == 0)
        return(cos(Numeral));
    else if(strncmp(Operation, "tan", 3) == 0)
        return(tan(Numeral));
    else

```

Рис. 3.3: реализация функций калькулятора в файле calculate.h:

4. Напишем интерфейсный файл calculate.h, описывающий формат вызова функции калькулятора.



```

////////////////////////////////////
// calculate.h

#ifndef CALCULATE_H_
#define CALCULATE_H_

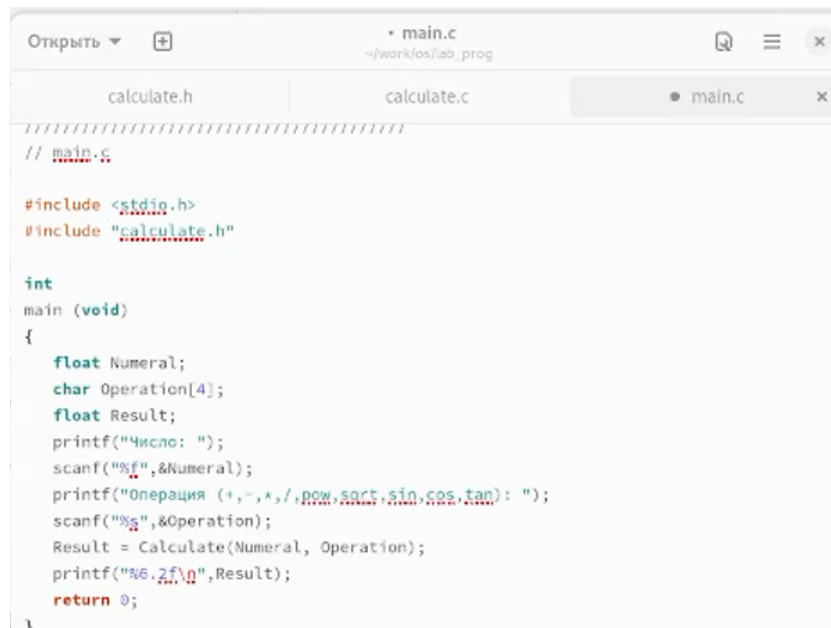
float Calculate(float Numeral, char Operation[4]);

#endif /*CALCULATE_H_*/

```

Рис. 3.4: интерфейсный файл calculate.h

5. Напишем основной файл main.c, реализующий интерфейс пользователя к калькулятору.

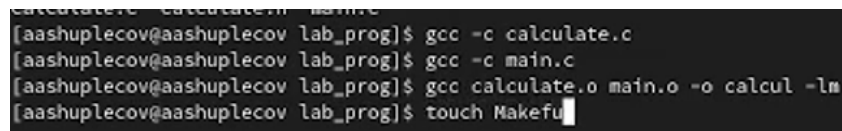


```
// main.c
#include <stdio.h>
#include "calculate.h"

int
main (void)
{
    float Numeral;
    char Operation[4];
    float Result;
    printf("Число: ");
    scanf("%f",&Numeral);
    printf("Операция (+, -, *, /, pow, sqrt, sin, cos, tan): ");
    scanf("%s",&Operation);
    Result = Calculate(Numeral, Operation);
    printf("%.2f\n",Result);
    return 0;
}
```

Рис. 3.5: основной файл main.c

6. Выполним компиляцию программы посредством gcc.



```
calculate.o calculate.h main.c
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$ gcc -c calculate.c
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$ gcc -c main.c
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$ gcc calculate.o main.o -o calcul -lm
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$ touch Makefile
```

Рис. 3.6: компиляция программы

7. Создадим Makefile для нашей программы.

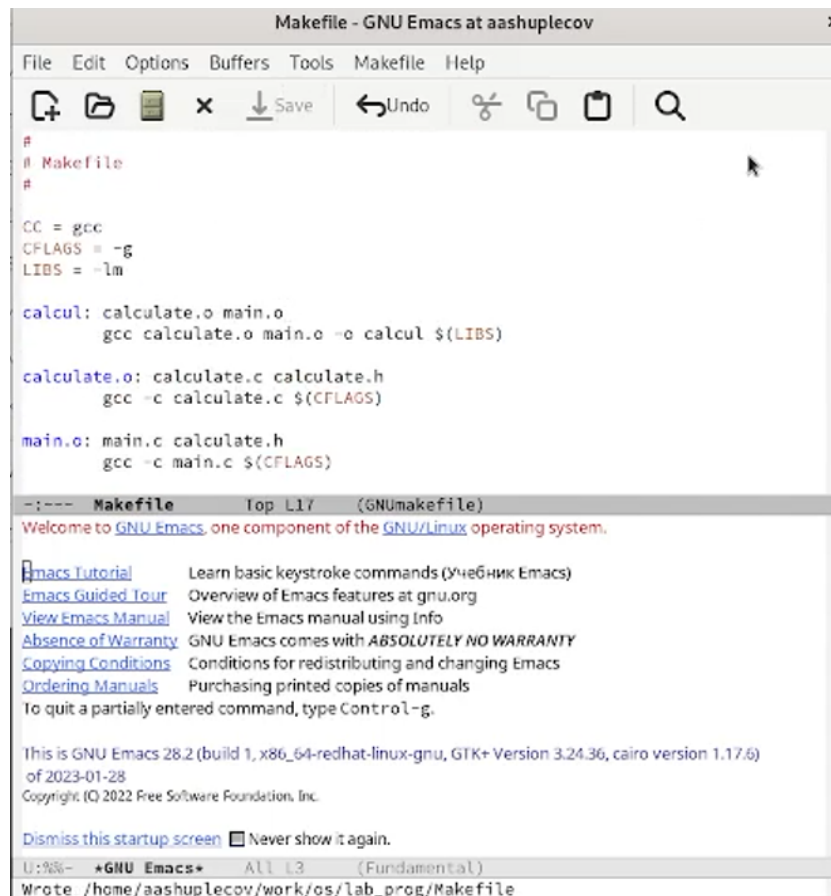


Рис. 3.7: Makefile

8. Запустим отладчик программы.

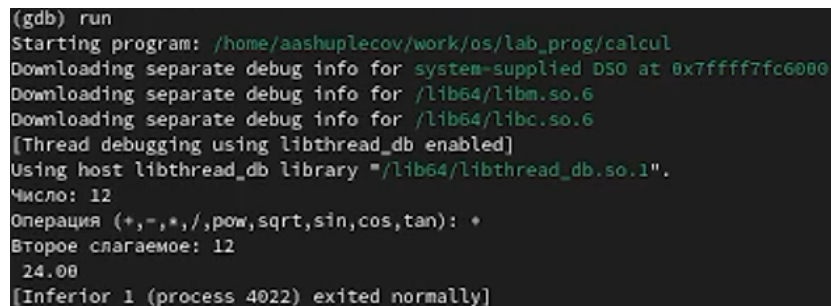


Рис. 3.8: отладчик программы

9. Для постраничного просмотра исходного кода используем команду list.

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

Рис. 3.9: команда list

10. Для просмотра определённых строк не основного файла используем list с параметрами.

```
(gdb) list calculate.c:20,29
20      (
21          printf("Вычитаемое: ");
22          scanf("%f",&SecondNumeral);
23          return(Numeral - SecondNumeral);
24      )
25      else if(strncmp(Operation, "*", 1) == 0)
26      (
27          printf("Множитель: ");
28          scanf("%f",&SecondNumeral);
29          return(Numeral * SecondNumeral);
```

Рис. 3.10: команда list с параметрами

11. Установим точку останова в файле calculate.c на строке номер 21.

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

Рис. 3.11: точка останова

12. Выведем информацию об имеющихся в проекте точка останова.

```
(gdb) info breakpoints
Num   Type             Disp Enb Address            What
1     breakpoint       keep y   0x000000000040120f in calculate at calculate.c:21
(gdb) run
Starting program: /home/aashuplecov/work/os/lab_prog/calcul
[Thread debugging using libthread_db enabled]
```

Рис. 3.12: вывод информации о точках останова

13. Запустим программу внутри отладчика и убедимся, что программа остановится в момент прохождения точки останова.

```
Число: 5
Операция (+,-,*,/,pow,sqrt,sin,cos,tan): -
Breakpoint 1, Calculate (Numeral=5, Operation=0x7fffffffdf54 "-") at calculate.c:21
21      printf("Вычитаемое: ");
(gdb) backtrace
#0 Calculate (Numeral=5, Operation=0x7fffffffdf54 "-") at calculate.c:21
#1 0x00000000004014eb in main () at main.c:17
(gdb)
```

Рис. 3.13: момент прохождения точки останова

14. Посмотрим, чему равно на этом этапе значение переменной Numeral.

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

Рис. 3.14: значение Numeral

15. Уберем точки останова.

```
(gdb) info breakpoints
Num Type Disp Enb Address What
1 breakpoint keep y 0x000000000040120f in calculate at calculate.c:21
breakpoint already hit 1 time
(gdb) delete 1
(gdb)
```

Рис. 3.15: удаление точек останова

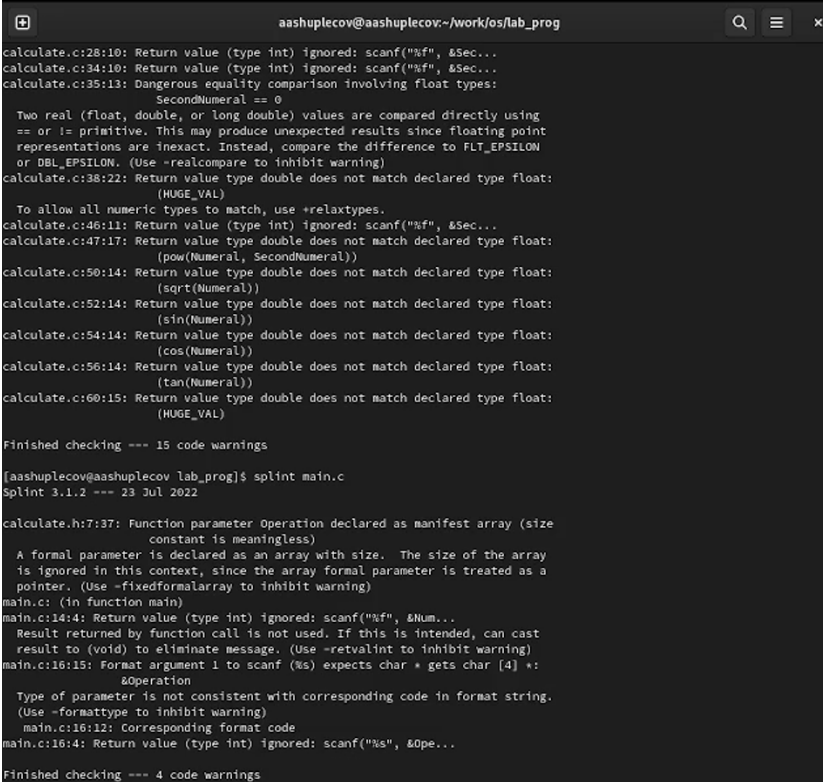
16. С помощью утилиты splint проанализируем код файла calculate.c.

```
aashuplecov@aashuplecov:~/work/os/lab_prog
* Ожидание аутентификации...
* Ожидание в очереди...
* Загрузка пакетов...
* Запрос данных...
* Проверка изменений...
* Установка пакетов...
Splint 3.1.2 --- 23 Jul 2022

calculate.h:7:37: 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)
calculate.c:10:31: Function parameter Operation declared as manifest array
(size constant is meaningless)
calculate.c: (in function calculate)
calculate.c:16:10: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
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)
calculate.c:22:10: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
calculate.c:28:10: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
calculate.c:34:10: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
calculate.c:35:13: Dangerous equality comparison involving float types:
SecondNumeral == 0
Two real (float, double, or long double) values are compared directly using
== or != primitive. This may produce unexpected results since floating point
representations are inexact. Instead, compare the difference to FLT_EPSILON
or DBL_EPSILON. (Use -realcompare to inhibit warning)
calculate.c:38:22: Return value type double does not match declared type float:
(HUGE_VAL)
To allow all numeric types to match, use -relaxtypes.
calculate.c:46:11: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
calculate.c:47:17: Return value type double does not match declared type float:
(pow(Numeral, SecondNumeral))
calculate.c:50:14: Return value type double does not match declared type float:
(sqrt(Numeral))
calculate.c:52:14: Return value type double does not match declared type float:
(sin(Numeral))
calculate.c:54:14: Return value type double does not match declared type float:
(cos(Numeral))
calculate.c:56:14: Return value type double does not match declared type float:
(tan(Numeral))
calculate.c:60:15: Return value type double does not match declared type float:
(HUGE_VAL)
Finished checking --- 15 code warnings
```

Рис. 3.16: анализ calculate.c

17. С помощью утилиты splint проанализируем код файла main.c.



```
aashuplecov@aashuplecov:~/work/os/lab_prog
calculate.c:28:10: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
calculate.c:34:10: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
calculate.c:35:13: Dangerous equality comparison involving float types:
    SecondNumeral == 0
    Two real (float, double, or long double) values are compared directly using
    == or != primitive. This may produce unexpected results since floating point
    representations are inexact. Instead, compare the difference to FLT_EPSILON
    or DBL_EPSILON. (Use -realcompare to inhibit warning)
calculate.c:38:22: Return value type double does not match declared type float:
    (HUGE_VAL)
    To allow all numeric types to match, use -relaxtypes.
calculate.c:46:11: Return value (type int) ignored: scanf("%f", &Sec...
calculate.c:47:17: Return value type double does not match declared type float:
    (pow(Numeral, SecondNumeral))
calculate.c:50:14: Return value type double does not match declared type float:
    (sqrt(Numeral))
calculate.c:52:14: Return value type double does not match declared type float:
    (sin(Numeral))
calculate.c:54:14: Return value type double does not match declared type float:
    (cos(Numeral))
calculate.c:56:14: Return value type double does not match declared type float:
    (tan(Numeral))
calculate.c:60:15: Return value type double does not match declared type float:
    (HUGE_VAL)
Finished checking --- 15 code warnings
[aashuplecov@aashuplecov lab_prog]$ splint main.c
Splint 3.1.2 --- 23 Jul 2022
calculate.h:7:37: 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 -fixedformarray to inhibit warning)
main.c: (in function main)
main.c:14:4: 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:16:15: 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:16:12: Corresponding format code
main.c:16:4: Return value (type int) ignored: scanf("%s", &Ope...
Finished checking --- 4 code warnings
```

Рис. 3.17: анализ main.c

4 Выводы

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

5 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 для программы abcd.c мог бы иметь вид:

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
```

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`. Вторым способом позволяет включать в исполняемый модуль `testabcd` возможность выполнить процесс отладки на уровне исходного текста.

7. Назовите основное свойство, присущее всем программам отладки. Что необ-

ходимо 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 2) 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.

11. 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.

Список литературы

Кулябов Д.С. “Материалы к лабораторным работам”