```
---
# Front matter
lang: ru-RU
title: "Отчёт по лабораторной работе №14"
subtitle: "Операционные системы"
author: "Дмитриев Александр Дмитриевич"

# Formatting
toc-title: "Содержание"
toc: true # Table of contents
toc_depth: 2
lof: true # List of figures
lot: true # List of tables
fontsize: 12pt
linestretch: 1.5
papersize: a4paper
documentclass: scrreprt
polyglossia-lang: russian
polyglossia-otherlangs: english
mainfont: PT Serif
romanfont: PT Serif
sansfont: PT Sans
monofont: PT Mono
mainfontoptions: Ligatures=TeX
romanfontoptions: Ligatures=TeX
sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase
monofontoptions: Scale=MatchLowercase
indent: true
pdf-engine: lualatex
header-includes:
  - \linepenalty=10 # the penalty added to the badness of each line
within a paragraph (no associated penalty node) Increasing the value
makes tex try to have fewer lines in the paragraph.
  - \interlinepenalty=0 # value of the penalty (node) added after each
line of a paragraph.
  - \hyphenpenalty=50 # the penalty for line breaking at an automatically
inserted hyphen
  - \exhyphenpenalty=50 # the penalty for line breaking at an explicit
hyphen
  - \binoppenalty=700 # the penalty for breaking a line at a binary
operator
  - \relpenalty=500 # the penalty for breaking a line at a relation
  - \clubpenalty=150 # extra penalty for breaking after first line of a
paragraph
  - \widowpenalty=150 # extra penalty for breaking before last line of a
paragraph
  - \displaywidowpenalty=50 # extra penalty for breaking before last line
before a display math
  - \brokenpenalty=100 # extra penalty for page breaking after a
hyphenated line
  - \predisplaypenalty=10000 # penalty for breaking before a display
  - \postdisplaypenalty=0 # penalty for breaking after a display
  - \floatingpenalty = 20000 # penalty for splitting an insertion (can
only be split footnote in standard LaTeX)
  - \raggedbottom # or \flushbottom
  - \usepackage{float} # keep figures where there are in the text
  - \floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text
---

# 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.

Задание

Создать калькулятор с простейшими функциями.

Выполнение лабораторной работы

В домашнем каталоге создаю подкаталог ~/work/os/lab_ prog с помощью команды «mkdir -p ~/work/os/lab_ prog», а также создаю в каталоге файлы: calculate.h, calculate.c, main.c, используя команды «cd ~/work/os/lab_prog» и «touch calculate.h calculate.c main.c» (рис. -@fig:001)

Это будет 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.
Открыв редактор Emacs, приступила к редактированию созданных файлов. Реализация функций калькулятора в файле calculate.c (рис. -@fig:002) (рис. -@fig:003)

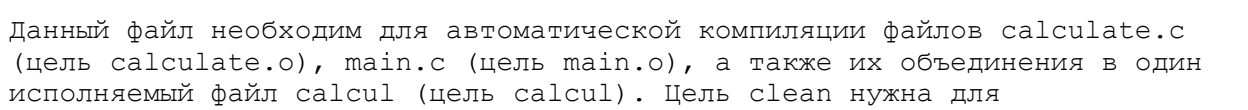
Интерфейсный файл calculate.h, описывающий формат вызова функции калькулятора (рис. -@fig:004)

Основной файл main.c, реализующий интерфейс пользователя к калькулятору (рис. -@fig:005)

Выполнил компиляцию программы посредством gcc, используя команды «gcc -c calculate.c», «gcc -c main.c» и «gcc calculate.o main.o -o calcul -lm» (рис. -@fig:006)

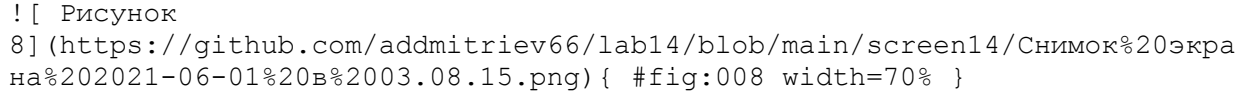
В ходе компиляции программы никаких ошибок выявлено не было.

Создал Makefile с необходимым содержанием (рис. -@fig:007)



Данный файл необходим для автоматической компиляции файлов calculate.c (цель calculate.o), main.c (цель main.o), а также их объединения в один исполняемый файл calcul (цель calcul). Цель clean нужна для автоматического удаления файлов. Переменная CC отвечает за утилиту для компиляции. Переменная CFLAGS отвечает за опции в данной утилите. Переменная LIBS отвечает за опции для объединения объектных файлов в один исполняемый файл.

Далее исправил Makefile (рис. -@fig:008)

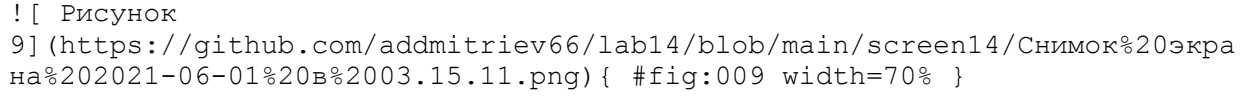


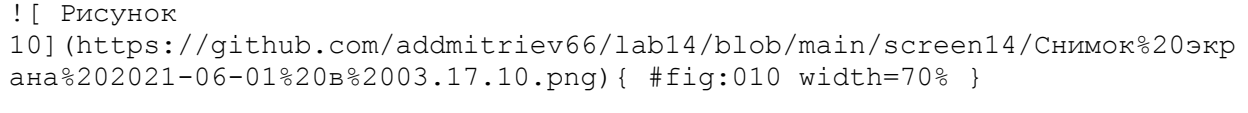
В переменную CFLAGS добавил опцию -g, необходимую для

компиляции объектных файлов и их использования в программе отладчика GDB. Сделал так, что утилита компиляции выбирается с помощью переменной CC.

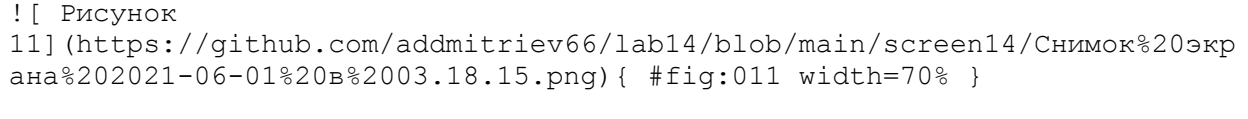
После этого я удалил исполняемые и объектные файлы из каталога с помощью команды «make clear». Выполнил компиляцию файлов, используя команды «make calculate.o», «make main.o», «male calcul»

(рис. -@fig:009) (рис. -@fig:010)

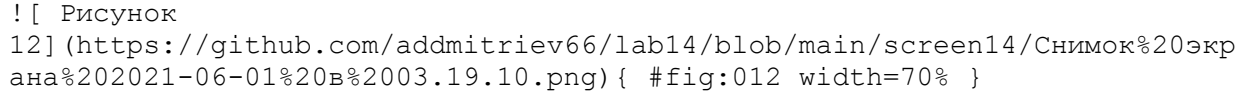




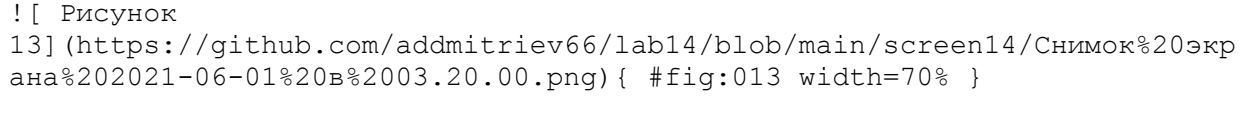
Далее с помощью gdb выполнил отладку программы calcul. Запустил отладчик GDB, загрузив в него программу для отладки, используя команду: «gdb ./calcul» (рис. -@fig:011)



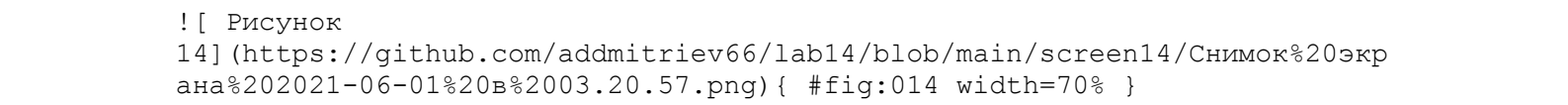
Для запуска программы внутри отладчика ввел команду «run» (рис. -@fig:012)



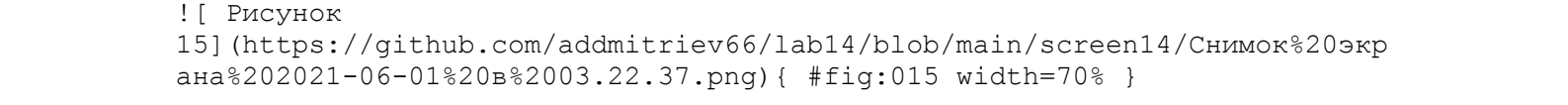
Для постраничного (по 10 строк) просмотра исходного кода использовал команду «list» (рис. -@fig:013)



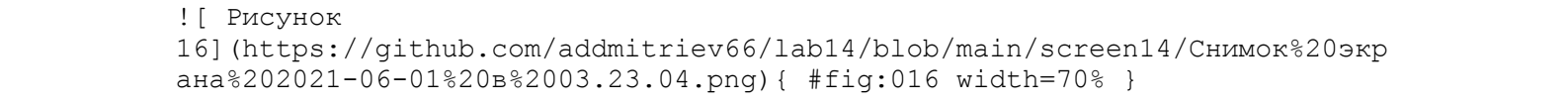
Для просмотра определённых строк не основного файла использовал команду «list calculate.c:20,29» (рис. -@fig:014)



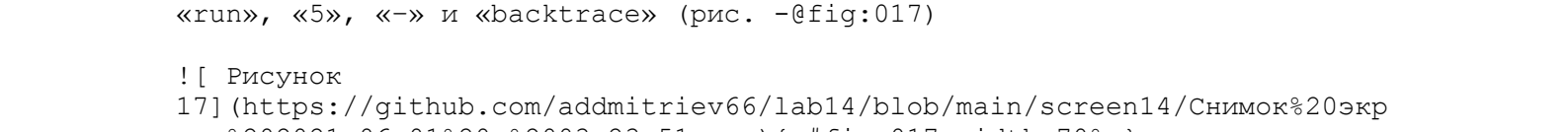
Установил точку останова в файле calculate.c на строке номер 21, используя команды «list calculate.c:20,27» и «break 21» (рис. -@fig:015)



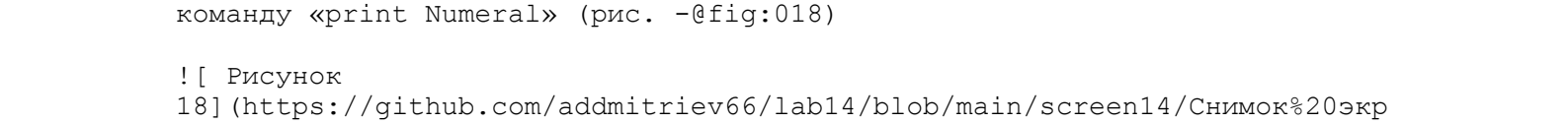
Вывел информацию об имеющихся в проекте точках останова с помощью команды «info breakpoints» (рис. -@fig:016)



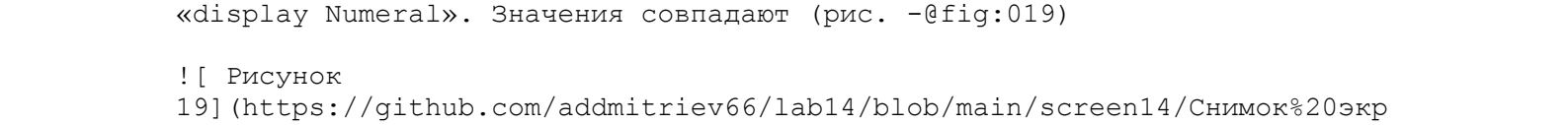
Запустил программу внутри отладчика и убедился, что программа остановилась в момент прохождения точки останова. Использовал команды «run», «5», «-» и «backtrace» (рис. -@fig:017)



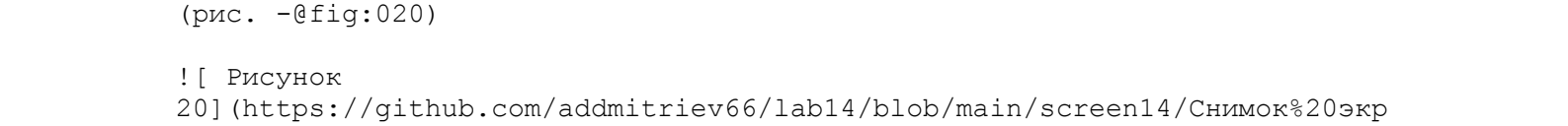
Посмотрел, чему равно на этом этапе значение переменной Numeral, введя команду «print Numeral» (рис. -@fig:018)



Сравнил с результатом вывода на экран после использования команды «display Numeral». Значения совпадают (рис. -@fig:019)



Убрал точки останова с помощью команд «info breakpoints» и «delete 1» (рис. -@fig:020)



С помощью утилиты splint проанализировал коды файлов calculate.c и main.c. Предварительно я установил данную утилиту с помощью команд «sudo apt update» и «sudo apt install splint»

Далее воспользовался командами «splint calculate.c» и «splint main.c». С помощью утилиты splint выяснилось, что в файлах calculate.c и main.c присутствует функция чтения scanf, возвращающая целое число (тип int), но эти числа не используются и нигде не сохранятся. Утилита вывела предупреждение о том, что в файле calculate.c происходит сравнение вещественного числа с нулем. Также возвращаемые значения (тип double) в

функциях pow, sqrt, sin, cos и tan записываются в переменную типа float, что свидетельствует о потери данных. (рис. -@fig:021) (рис. -@fig:022)

![Рисунок 21](https://github.com/addmitriev66/lab14/blob/main/screen14/Снимок%20экрана%202021-06-01%20в%2003.28.07.png){ #fig:020 width=70% }

![Рисунок 22](https://github.com/addmitriev66/lab14/blob/main/screen14/Снимок%20экрана%202021-06-01%20в%2003.28.42.png){ #fig:020 width=70% }

Контрольные вопросы

1) Чтобы получить информацию о возможностях программ gcc, make, gdb и др. нужно воспользоваться командой man или опцией -help (-h) для каждой команды.

2) 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:

о кодирование – по сути создание исходного текста программы (возможно в нескольких вариантах); – анализ разработанного кода;

о сборка,компиляцияиразработкаисполняемогомодуля;

о 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) Для имени входного файла суффикс определяет какая компиляция требуется. Суффиксы указывают на тип объекта. Файлы с расширением (суффиксом) .c воспринимаются gcc как программы на языке C, файлы с расширением .cc или .C – как файлы на языке C++, а файлы с расширением .o считаются объектными. Например, в команде «gcc -c main.c»: gcc по расширению (суффиксу) .c распознает тип файла для компиляции и формирует объектный модуль – файл с расширением .o. Если требуется получить исполняемый файл с определённым именем (например, hello), то требуется воспользоваться опцией -o и в качестве параметра задать имя создаваемого файла: «gcc -o hello main.c».

4) Основное назначение компилятора языка Си в UNIX заключается в компиляции всей программы и получении исполняемого файла/модуля.

5) Для сборки разрабатываемого приложения и собственно компиляции полезно воспользоваться утилитой make. Она позволяет автоматизировать процесс преобразования файлов программы из одной
формы в другую, отслеживает взаимосвязи между файлами.

6) Для работы с утилитой make необходимо в корне рабочего каталога с Вашим проектом создать файл с названием makefile или Makefile, в котором будут описаны правила обработки файлов Вашего
программного комплекса.

В самом простом случае Makefile имеет следующий синтаксис: <цель_1> <цель_2> ... : <зависимость_1> <зависимость_2> ... <команда 1>
...
<команда n>
Сначала задаётся список целей, разделённых пробелами, за которым идёт двоеточие и список зависимостей. Затем в следующих строках указываются команды. Строки с командами обязательно должны начинаться с табуляции.

В качестве цели в Makefile может выступать имя файла или название какого-то действия. Зависимость задаёт исходные параметры (условия) для достижения указанной цели. Зависимость также может быть названием какого-то действия. Команды – собственно действия, которые необходимо выполнить для достижения цели.

Общий синтаксис Makefile имеет вид:
target1 [target2...]:[:] [dependment1...]
[(tab)commands] [#commentary]
[(tab)commands] [#commentary]
Здесь знак # определяет начало комментария (содержимое от знака # и до конца строки не будет обрабатываться. Одинарное двоеточие указывает на то, что последовательность команд должна содержаться в
одной строке. Для переноса можно в длинной строке команд можно использовать обратный слэш (\). Двойное двоеточие указывает на то, что последовательность команд может содержаться в нескольких последовательных строках.

Пример более сложного синтаксиса Makefile:
```
#
# Makefile for abcd.c #
CC = gcc CFLAGS =
# Compile abcd.c normaly abcd: abcd.c
$(CC) -o abcd $(CFLAGS) abcd.c clean:
-rm abcd *.o *~
# End Makefile for abcd.c
```

В этом примере в начале файла заданы три переменные: CC и CFLAGS. Затем указаны цели, их зависимости и соответствующие команды. В командах происходит обращение к значениям переменных. Цель с именем clean производит очистку каталога от файлов, полученных в результате компиляции. Для её описания использованы регулярные выражения.

7) Во время работы над кодом программы программист неизбежно сталкивается с появлением ошибок в ней. Использование отладчика для поиска и устранения ошибок в программе существенно облегчает жизнь программиста. В комплект программ GNU для ОС типа UNIX входит отладчик GDB (GNU Debugger).

Для использования GDB необходимо скомпилировать анализируемый код программы таким образом, чтобы отладочная информация содержалась в

результирующем бинарном файле. Для этого следует воспользоваться опцией -g компилятора gcc:
gcc -c file.c -g
После этого для начала работы с gdb необходимо в командной строке ввести одноимённую команду, указав в качестве аргумента анализируемый бинарный файл:
gdb file.o

8) Основные команды отладчика gdb:

backtrace – вывод на экран пути к текущей точке останова (по сути вывод – названий всех функций)

break – установить точку останова (в качестве параметра может быть указан номер строки или название функции)

clear – удалить все точки останова в функции

continue – продолжить выполнение программы

delete – удалить точку останова

display – добавить выражение в список выражений, значения которых отображаются при достижении точки останова программы

finish – выполнить программу до момента выхода из функции

info breakpoints – вывести на экран список используемых точек останова

info watchpoints – вывести на экран список используемых контрольных выражений

list – вывести на экран исходный код (в качестве параметра может быть указано название файла и через двоеточие номера начальной и конечной строк)

next – выполнить программу пошагово, но без выполнения вызываемых в программе функций

print – вывести значение указываемого в качестве параметра выражения

run – запуск программы на выполнение

set – установить новое значение переменной

step – пошаговое выполнение программы

watch – установить контрольное выражение, при изменении значения которого программа будет остановлена

Для выхода из gdb можно воспользоваться командой quit (или её сокращённым вариантом q) или комбинацией клавиш Ctrl-d. Более подробную информацию по работе с gdb можно получить с помощью команд gdb -h и man gdb.

9) Схема отладки программы показана в 6 пункте лабораторной работы.

10) При первом запуске компилятор не выдал никаких ошибок, но в коде программы main.c допущена ошибка, которую компилятор мог пропустить (возможно, из-за версии 8.3.0-19): в строке

scanf(“%s”, &Operation);
нужно убрать знак &, потому что имя массива символов уже является указателем на первый элемент этого массива.

11) Система разработки приложений UNIX предоставляет различные средства, повышающие понимание исходного кода. К ним относятся:

cscope – исследование функций, содержащихся в программе,

lint – критическая проверка программ, написанных на языке Си.

12) Утилита splint анализирует программный код, проверяет корректность задания аргументов использованных в программе функций и типов возвращаемых значений, обнаруживает
синтаксические и семантические ошибки.

В отличие от компилятора C анализатор splint генерирует комментарии с описанием разбора кода программы и осуществляет общий контроль, обнаруживая такие ошибки, как одинаковые объекты, определённые в разных файлах, или объекты, чьи значения не используются в работепрограммы, переменные с некорректно заданными значениями и
типами и многое другое.

Выводы

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