

ФГАОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ»

МЕГАФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1
по дисциплине «Операционные системы»

Выполнил студент:

Киселев Артем Олегович

группа: Р33113

Проверил:

Покид А.А

Санкт-Петербург, 2020 г.

1 ВАРИАНТ

Разработать программу на языке C, которая осуществляет следующие действия:

- Создает область памяти размером **A=262** мегабайт, начинающихся с адреса **B=0xACDC45F1** (если возможно) при помощи **C=malloc** заполненную случайными числами /dev/urandom в **D=113** потоков. Используя системные средства мониторинга определите адрес начала в адресном пространстве процесса и характеристики выделенных участков памяти. Замеры виртуальной/физической памяти необходимо снять:

- а) До аллокации
- б) После аллокации
- в) После заполнения участка данными
- г) После деаллокации

- Записывает область памяти в файлы одинакового размера **E=26** мегабайт с использованием **F=nocache** обращения к диску. Размер блока ввода-вывода **G=113** байт. Преподаватель выдает в качестве задания последовательность записи/чтения блоков **H=random**

- Генерацию данных и запись осуществлять в бесконечном цикле.

- В отдельных **I=129** потоках осуществлять чтение данных из файлов и подсчитывать агрегированные характеристики данных - **J=sum**.

- Чтение и запись данных в/из файла должна быть защищена примитивами синхронизации **K=cv**.

По заданию преподавателя изменить приоритеты потоков и описать изменения в характеристиках программы.

Измерить значения затраченного процессорного времени на выполнение программы и на операции ввода-вывода используя системные утилиты.

Отследить трассу системных вызовов.

Используя star построить графики системных характеристик.

2 ВЫПОЛНЕНИЕ

2.1 Листинг программы

<https://bit.ly/3eGprTo>

<https://gitlab.com/laboratory-work/os/lab-1>



Рис. 2.1

2.2 Замеры

```
1  [| 0.7%] Tasks: 47, 39 thr; 1 running
2  [| 0.7%] Load average: 0.02 0.01 0.00
Mem[| 202M/981M] Uptime: 03:01:01
Swp[| 12.4M/1.92G]

PID USER PRI NI VIRT RES SHR S CPU% MEM% TIME+ Command
24556 lanolin 20 0 2960 1532 1188 t 0.0 0.2 0:00.00 /tmp/tmp.y8DfZRX1Td/cmake-build-debug-remote-vm-ubuntu/os_lab_1

root@vm-vs-os-ubuntu:/home/lanolin# vmstat -S m
procs -----memory-----swap-----io-----system-- -----cpu-----
r b swpd free buff cache si so bi bo in cs us sy id wa st
1 0 12 208 28 580 0 0 90 103 50 81 2 1 96 1 0
```

Рис. 2.2 – Замеры памяти до аллокации htop и vmstat

```
1  [| 1.3%] Tasks: 49, 39 thr; 1 running
2  [| 0.0%] Load average: 0.00 0.00 0.00
Mem[| 204M/981M] Uptime: 03:05:24
Swp[| 12.4M/1.92G]

PID USER PRI NI VIRT RES SHR S CPU% MEM% TIME+ Command
24556 lanolin 20 0 264M 1532 1188 t 0.0 0.2 0:00.00 /tmp/tmp.y8DfZRX1Td/cmake-build-debug-remote-vm-ubuntu/os_lab_1

root@vm-vs-os-ubuntu:/home/lanolin# vmstat -S m
procs -----memory-----swap-----io-----system-- -----cpu-----
r b swpd free buff cache si so bi bo in cs us sy id wa st
0 0 12 207 28 580 0 0 89 102 50 81 2 1 96 1 0
```

Рис. 2.3 – Замеры памяти после аллокации htop и vmstat

```
1  [| 0.0%] Tasks: 49, 39 thr; 1 running
2  [| 0.0%] Load average: 6.54 1.49 0.49
Mem[| 464M/981M] Uptime: 03:07:22
Swp[| 12.9M/1.92G]

PID USER PRI NI VIRT RES SHR S CPU% MEM% TIME+ Command
24556 lanolin 20 0 1256M 262M 1820 t 0.0 26.8 0:14.26 /tmp/tmp.y8DfZRX1Td/cmake-build-debug-remote-vm-ubuntu/os_lab_1

root@vm-vs-os-ubuntu:/home/lanolin# vmstat -S m
procs -----memory-----swap-----io-----system-- -----cpu-----
r b swpd free buff cache si so bi bo in cs us sy id wa st
0 0 13 113 18 413 0 0 89 101 50 80 2 1 96 1 0
```

Рис. 2.4 – Замеры памяти после заполнения данными htop и vmstat

Рис. 2.5 – Замер после деаллокации памяти htop

Листинг 1: strace программы

```

1 execve("/tmp/tmp.yBDfZRX1Td/cmake-build-debug-remote-vm-ubuntu/os_lab_1", ["/tmp/
  tmp.yBDfZRX1Td/cmake-build-"...], 0x7ffca7ebf060 /* 34 vars */) = 0
2 brk(NULL) = 0x5560ceb9e000
3 arch_prctl(0x3001 /* ARCH_??? */, 0x7fff5fadb390) = -1 EINVAL (Invalid argument)
4 access("/etc/ld.so.preload", R_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
5 openat(AT_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
6 fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=56888, ...}) = 0
7 mmap(NULL, 56888, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7ffa5623c000
8 close(3) = 0
9 openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libpthread.so.0", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
10 read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\220\201\0\0\0\0\0"...,
    832) = 832
11 pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0O\305\3743\364B\2216\244\224\306@
    \261\23\327o"..., 68, 824) = 68
12 fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=157224, ...}) = 0
13 mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0
    x7ffa5623a000
14 pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0O\305\3743\364B\2216\244\224\306@
    \261\23\327o"..., 68, 824) = 68
15 mmap(NULL, 140408, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7ffa56217000
16 mmap(0x7ffa5621e000, 69632, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_
    DENYWRITE, 3, 0x7000) = 0x7ffa5621e000
17 mmap(0x7ffa5622f000, 20480, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0
    x18000) = 0x7ffa5622f000
18 mmap(0x7ffa56234000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_
    DENYWRITE, 3, 0x1c000) = 0x7ffa56234000
19 mmap(0x7ffa56236000, 13432, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_
    ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ffa56236000
20 close(3) = 0
21 openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
22 read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\360q\2\0\0\0\0"..., 832)
    = 832
23 pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0"...,
    784, 64) = 784
24 pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0", 32,
    848) = 32
25 pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\363\377?\332\200\270\27\304d\245n\355Y
    \377\t\334"..., 68, 880) = 68

```

```

26 fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2029224, ...}) = 0
27 pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"...,
    784, 64) = 784
28 pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0", 32,
    848) = 32
29 pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\363\377?\332\200\270\27\304d\245n\355Y
    \377\t\334"..., 68, 880) = 68
30 mmap(NULL, 2036952, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7ffa56025000
31 mprotect(0x7ffa5604a000, 1847296, PROT_NONE) = 0
32 mmap(0x7ffa5604a000, 1540096, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_
    DENYWRITE, 3, 0x25000) = 0x7ffa5604a000
33 mmap(0x7ffa561c2000, 303104, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0
    x19d000) = 0x7ffa561c2000
34 mmap(0x7ffa5620d000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_
    DENYWRITE, 3, 0x1e7000) = 0x7ffa5620d000
35 mmap(0x7ffa56213000, 13528, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_
    ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ffa56213000
36 close(3) = 0
37 mmap(NULL, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0
    x7ffa56022000
38 arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7ffa56022740) = 0
39 mprotect(0x7ffa5620d000, 12288, PROT_READ) = 0
40 mprotect(0x7ffa56234000, 4096, PROT_READ) = 0
41 mprotect(0x5560cd042000, 4096, PROT_READ) = 0
42 mprotect(0x7ffa56277000, 4096, PROT_READ) = 0
43 munmap(0x7ffa5623c000, 56888) = 0
44 set_tid_address(0x7ffa56022a10) = 2303
45 set_robust_list(0x7ffa56022a20, 24) = 0
46 rt_sigaction(SIGRTMIN, {sa_handler=0x7ffa5621ebf0, sa_mask=[], sa_flags=SA_
    RESTORER|SA_SIGINFO, sa_restorer=0x7ffa5622c3c0}, NULL, 8) = 0
47 rt_sigaction(SIGRT_1, {sa_handler=0x7ffa5621ec90, sa_mask=[], sa_flags=SA_
    RESTORER|SA_RESTART|SA_SIGINFO, sa_restorer=0x7ffa5622c3c0}, NULL, 8) = 0
48 rt_sigprocmask(SIG_UNBLOCK, [RTMIN RT_1], NULL, 8) = 0
49 prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024, rlim_max=RLIM64_INFINITY}) =
    0
50 brk(NULL) = 0x5560ceb9e000
51 brk(0x5560cebbf000) = 0x5560cebbf000
52 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_0.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 000) = 3
53 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_1.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 004) = 4
54 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_2.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 010) = 5
55 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_3.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 014) = 6
56 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_4.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 020) = 7
57 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_5.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 024) = 8

```

```

58 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_6.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 030) = 9
59 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_7.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 034) = 10
60 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_8.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 040) = 11
61 openat(AT_FDCWD, "/home/lanolin/out/file_9.bin", O_RDWR|O_CREAT|O_SYNC, 044) = 12
62 mmap(NULL, 274731008, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0
    x7ffa45a21000
63 mmap(NULL, 8392704, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0) = 0
    x7ffa45220000
64 mprotect(0x7ffa45221000, 8388608, PROT_READ|PROT_WRITE) = 0
65 clone(child_stack=0x7ffa45a1ffb0, flags=CLONE_VM|CLONE_FS|CLONE_FILES|CLONE_
    SIGHAND|CLONE_THREAD|CLONE_SYSVSEM|CLONE_SETTLS|CLONE_PARENT_SETTID|CLONE_CHILD
    _CLEARTID, parent_tid=[2304], tls=0x7ffa45a20700, child_tidptr=0x7ffa45a209d0)
    = 2304
66 mmap(NULL, 8392704, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0) = 0
    x7ffa44a1f000
67 mprotect(0x7ffa44a20000, 8388608, PROT_READ|PROT_WRITE) = 0
68 clone(child_stack=0x7ffa4521efb0, flags=CLONE_VM|CLONE_FS|CLONE_FILES|CLONE_
    SIGHAND|CLONE_THREAD|CLONE_SYSVSEM|CLONE_SETTLS|CLONE_PARENT_SETTID|CLONE_CHILD
    _CLEARTID, parent_tid=[2305], tls=0x7ffa4521f700, child_tidptr=0x7ffa4521f9d0)
    = 2305
69 mmap(NULL, 8392704, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0) = 0
    x7ffa4421e000
70 mprotect(0x7ffa4421f000, 8388608, PROT_READ|PROT_WRITE) = 0
71 clone(child_stack=0x7ffa44a1dfb0, flags=CLONE_VM|CLONE_FS|CLONE_FILES|CLONE_
    SIGHAND|CLONE_THREAD|CLONE_SYSVSEM|CLONE_SETTLS|CLONE_PARENT_SETTID|CLONE_CHILD
    _CLEARTID, parent_tid=[2306], tls=0x7ffa44a1e700, child_tidptr=0x7ffa44a1e9d0)
    = 2306
72 mmap(NULL, 8392704, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0) = 0
    x7ffa3f7ff000
73 mprotect(0x7ffa3f800000, 8388608, PROT_READ|PROT_WRITE) = 0

```

Листинг 2: stap

```

1 Incremental reporting (max 20 lines, sorted by count) every 10 s
2 Period time elapsed: 11236 ms, 56686 events, 39175 after filtering.
3 TID                                COUNT (Hz)      EVENT
4 -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
5 os_lab_1(60859)                    1992 (177.28)   syscall.fsync
6 os_lab_1(60859)                    1992 (177.28)   syscall.pwrite
7 os_lab_1(60858)                    1979 (176.13)   syscall.pwrite
8 os_lab_1(60858)                    1979 (176.13)   syscall.fsync
9 os_lab_1(60862)                    1977 (175.95)   syscall.pwrite
10 os_lab_1(60862)                   1977 (175.95)   syscall.fsync
11 os_lab_1(60861)                   1975 (175.77)   syscall.fsync

```

```

12 os_lab_1(60861)          1975 (175.77)  syscall.pwrite
13 os_lab_1(60863)          1964 (174.79)  syscall.pwrite
14 os_lab_1(60863)          1964 (174.79)  syscall.fsync
15 os_lab_1(60860)          1954 (173.90)  syscall.fsync
16 os_lab_1(60860)          1954 (173.90)  syscall.pwrite
17 os_lab_1(60866)          1950 (173.54)  syscall.fsync
18 os_lab_1(60866)          1950 (173.54)  syscall.pwrite
19 os_lab_1(60865)          1944 (173.01)  syscall.fsync
20 os_lab_1(60865)          1944 (173.01)  syscall.pwrite
21 os_lab_1(60864)          1931 (171.85)  syscall.fsync
22 os_lab_1(60864)          1931 (171.85)  syscall.pwrite
23 os_lab_1(60867)          1921 (170.96)  syscall.pwrite
24 os_lab_1(60867)          1921 (170.96)  syscall.fsync
25 Period time elapsed: 10000 ms, 117823 events, 83984 after filtering.
26 TID                      COUNT (Hz)      EVENT
27 -- -- -- -- --
28 os_lab_1(60867)          4266 (426.60)  syscall.pwrite
29 os_lab_1(60867)          4266 (426.60)  syscall.fsync
30 os_lab_1(60860)          4235 (423.50)  syscall.fsync
31 os_lab_1(60860)          4235 (423.50)  syscall.pwrite
32 os_lab_1(60865)          4233 (423.30)  syscall.fsync
33 os_lab_1(60865)          4233 (423.30)  syscall.pwrite
34 os_lab_1(60859)          4213 (421.30)  syscall.fsync
35 os_lab_1(60859)          4213 (421.30)  syscall.pwrite
36 os_lab_1(60862)          4198 (419.80)  syscall.pwrite
37 os_lab_1(60862)          4198 (419.80)  syscall.fsync
38 os_lab_1(60863)          4190 (419.00)  syscall.pwrite
39 os_lab_1(60863)          4190 (419.00)  syscall.fsync
40 os_lab_1(60858)          4184 (418.40)  syscall.pwrite
41 os_lab_1(60858)          4184 (418.40)  syscall.fsync
42 os_lab_1(60866)          4183 (418.30)  syscall.fsync
43 os_lab_1(60866)          4183 (418.30)  syscall.pwrite
44 os_lab_1(60861)          4152 (415.20)  syscall.fsync
45 os_lab_1(60861)          4152 (415.20)  syscall.pwrite
46 os_lab_1(60864)          4138 (413.80)  syscall.fsync
47 os_lab_1(60864)          4138 (413.80)  syscall.pwrite
48 Period time elapsed: 9999 ms, 104893 events, 65330 after filtering.
49 TID                      COUNT (Hz)      EVENT
50 -- -- -- -- --
51 os_lab_1(60858)          3298 (329.83)  syscall.pwrite
52 os_lab_1(60858)          3298 (329.83)  syscall.fsync
53 os_lab_1(60861)          3291 (329.13)  syscall.fsync
54 os_lab_1(60861)          3291 (329.13)  syscall.pwrite

```

55	<code>os_lab_1(60867)</code>	3285 (328.53)	<code>syscall.pwrite</code>
56	<code>os_lab_1(60867)</code>	3285 (328.53)	<code>syscall.fsync</code>
57	<code>os_lab_1(60866)</code>	3281 (328.13)	<code>syscall.fsync</code>
58	<code>os_lab_1(60866)</code>	3281 (328.13)	<code>syscall.pwrite</code>
59	<code>os_lab_1(60862)</code>	3276 (327.63)	<code>syscall.pwrite</code>
60	<code>os_lab_1(60862)</code>	3276 (327.63)	<code>syscall.fsync</code>
61	<code>os_lab_1(60864)</code>	3261 (326.13)	<code>syscall.fsync</code>
62	<code>os_lab_1(60864)</code>	3261 (326.13)	<code>syscall.pwrite</code>
63	<code>os_lab_1(60865)</code>	3260 (326.03)	<code>syscall.fsync</code>
64	<code>os_lab_1(60865)</code>	3260 (326.03)	<code>syscall.pwrite</code>
65	<code>os_lab_1(60860)</code>	3245 (324.53)	<code>syscall.fsync</code>
66	<code>os_lab_1(60860)</code>	3245 (324.53)	<code>syscall.pwrite</code>
67	<code>os_lab_1(60859)</code>	3243 (324.33)	<code>syscall.fsync</code>
68	<code>os_lab_1(60859)</code>	3243 (324.33)	<code>syscall.pwrite</code>
69	<code>os_lab_1(60863)</code>	3225 (322.53)	<code>syscall.pwrite</code>
70	<code>os_lab_1(60863)</code>	3225 (322.53)	<code>syscall.fsync</code>

3 ВЫВОД

Понял основы написания многопоточных программ на C. Попробовал некоторые программы мониторинга системы Linux.