

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №5 «Управление памятью в ОС Linux»

по дисциплине «Операционные системы»

Автор: Чу Тхи Фыонг Тхао

Факультет: ФИТиП

Группа: М3211

Преподаватель: Дюкарева Вероника Максимовна



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург 2020

Начальная конфигурация системы:

- Общий объем оперативной памяти (MemTotal): 1870900 kB
- Объем раздела подкачки (SwapTotal): 839676 kB
- Размер страницы виртуальной памяти: 4096 byte
- Объем свободной физической памяти в ненагруженной системе (MemFree): 1471760 kB
- Объем свободного пространства в разделе подкачки в ненагруженной системе (SwapFree): 839676 kB

```
[user@localhost ~]# free
              total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           1870900      171764      1471760          8960       227376      1544192
Swap:           839676           0        839676
```

Эксперимент №1

Скрипт **mem.bash**:

```
GNU nano 2.9.8                                mem.bash
#!/bin/bash
array=()
counter=0
echo "" > report.log
while true; do
    array+=(1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)
    let counter++
    if [[ $counter == 100000 ]]
    then
        counter=0
        echo "${#array[@]}" >> report.log
    fi
done
```

Первый этап:

Журнал при запуске **mem.bash**:

```
[ 2030.363862] Out of memory: Killed process 1514 (mem.bash) total-vm:2661056kB, anon-rss:1688748kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
killed
```

Скрипт слежения: **w1.bash**

```
GNU nano 2.9.8 w1.bash
#!/bin/bash
echo "" > five_process1.txt
echo "" > proc_membash1.txt
echo "Time" > mem1.txt
echo "Time" > swap1.txt

while true; do
    procExist=$(top -b -n 1 | grep "mem.bash")
    st=$(echo "$procExist" | awk '{print $8}')
    if [[ -z procExist || "$st" != "R" ]]; then
        exit 0
    fi
    mem_and_swap=$(top -b -n1 | head -n5 | tail -n2)
    mem=$(echo "$mem_and_swap" | head -n1)
    swap=$(echo "$mem_and_swap" | tail -n1)
    five_process=$(top -b -n 1 | head -n12 | tail -n5)
    echo -e "\n" >> five_process1.txt
    echo "$five_process" >> five_process1.txt
    procExist=$(top -b -n 1 | grep "mem.bash")
    cur_time=$(echo "$procExist" | awk '{print $11}')
    echo "$cur_time $procExist" >> proc_membash1.txt
    echo "$cur_time $mem" >> mem1.txt
    echo "$cur_time $swap" >> swap1.txt
    sleep 1
done
```

Скрипт запуска: **runmem.bash**

```
GNU nano 2.9.8
#!/bin/bash
./mem.bash &
./w1.bash &
```

Последняя строка **report.log**: 300000000

```
[user@localhost Lab051]$ cat report.log
10000000
20000000
30000000
40000000
50000000
60000000
70000000
80000000
90000000
100000000
110000000
120000000
130000000
140000000
150000000
160000000
170000000
180000000
190000000
200000000
210000000
220000000
230000000
240000000
250000000
260000000
270000000
280000000
290000000
300000000
[user@localhost Lab051]$ _
```

Файл отслеживания памяти: **mem1.txt**

```
GNU nano 2.9.8 mem1.txt

Time
0:00.86 MiB Mem : 1826.8 total, 1414.5 free, 184.6 used, 227.7 buff/cache
0:02.70 MiB Mem : 1826.8 total, 1374.4 free, 224.6 used, 227.8 buff/cache
0:04.48 MiB Mem : 1826.8 total, 1334.3 free, 264.7 used, 227.8 buff/cache
0:06.28 MiB Mem : 1826.8 total, 1295.4 free, 303.6 used, 227.8 buff/cache
0:08.09 MiB Mem : 1826.8 total, 1255.9 free, 343.1 used, 227.8 buff/cache
0:09.88 MiB Mem : 1826.8 total, 1217.2 free, 381.8 used, 227.8 buff/cache
0:11.68 MiB Mem : 1826.8 total, 1179.4 free, 419.6 used, 227.8 buff/cache
0:13.50 MiB Mem : 1826.8 total, 1144.0 free, 455.0 used, 227.8 buff/cache
0:15.32 MiB Mem : 1826.8 total, 1109.6 free, 489.4 used, 227.8 buff/cache
0:17.10 MiB Mem : 1826.8 total, 1077.0 free, 522.0 used, 227.8 buff/cache
0:18.91 MiB Mem : 1826.8 total, 1040.7 free, 558.3 used, 227.8 buff/cache
0:20.70 MiB Mem : 1826.8 total, 1003.0 free, 596.0 used, 227.8 buff/cache
0:22.50 MiB Mem : 1826.8 total, 966.1 free, 632.9 used, 227.8 buff/cache
0:24.29 MiB Mem : 1826.8 total, 928.7 free, 670.3 used, 227.8 buff/cache
0:26.10 MiB Mem : 1826.8 total, 899.3 free, 699.7 used, 227.8 buff/cache
0:27.90 MiB Mem : 1826.8 total, 869.4 free, 729.5 used, 227.9 buff/cache
0:29.69 MiB Mem : 1826.8 total, 836.8 free, 762.2 used, 227.9 buff/cache
0:31.49 MiB Mem : 1826.8 total, 803.8 free, 795.1 used, 227.9 buff/cache
0:33.29 MiB Mem : 1826.8 total, 770.8 free, 828.1 used, 227.9 buff/cache
0:35.13 MiB Mem : 1826.8 total, 738.1 free, 860.8 used, 227.9 buff/cache
0:36.90 MiB Mem : 1826.8 total, 708.8 free, 890.1 used, 227.9 buff/cache
0:38.75 MiB Mem : 1826.8 total, 672.0 free, 926.9 used, 227.9 buff/cache
0:40.54 MiB Mem : 1826.8 total, 630.7 free, 968.2 used, 227.9 buff/cache
0:42.36 MiB Mem : 1826.8 total, 591.3 free, 1007.6 used, 227.9 buff/cache
0:44.17 MiB Mem : 1826.8 total, 553.4 free, 1045.5 used, 227.9 buff/cache
0:45.97 MiB Mem : 1826.8 total, 512.3 free, 1086.7 used, 227.9 buff/cache
0:47.78 MiB Mem : 1826.8 total, 471.1 free, 1127.9 used, 227.9 buff/cache
0:49.60 MiB Mem : 1826.8 total, 429.3 free, 1169.6 used, 227.9 buff/cache
0:51.42 MiB Mem : 1826.8 total, 387.8 free, 1211.1 used, 227.9 buff/cache
0:53.22 MiB Mem : 1826.8 total, 347.0 free, 1252.0 used, 227.9 buff/cache
0:55.00 MiB Mem : 1826.8 total, 306.4 free, 1292.6 used, 227.9 buff/cache

[ Read 54 lines ]
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos ^Y-U Undo
^X Exit ^R Read File ^_ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line ^Y-E Redo
```

Файл отслеживания памяти раздела подкачки (Swap): **swap1.txt**

```
GNU nano 2.9.8 swap1.txt

Time
0:00.86 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1490.7 avail Mem
0:02.70 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1450.8 avail Mem
0:04.48 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1410.7 avail Mem
0:06.28 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1371.7 avail Mem
0:08.09 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1332.2 avail Mem
0:09.88 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1293.5 avail Mem
0:11.68 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1255.7 avail Mem
0:13.50 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1220.3 avail Mem
0:15.32 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1185.9 avail Mem
0:17.10 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1153.3 avail Mem
0:18.91 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1117.0 avail Mem
0:20.70 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1079.3 avail Mem
0:22.50 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1042.4 avail Mem
0:24.29 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 1005.0 avail Mem
0:26.10 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 975.6 avail Mem
0:27.90 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 945.8 avail Mem
0:29.69 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 913.2 avail Mem
0:31.49 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 880.2 avail Mem
0:33.29 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 847.2 avail Mem
0:35.13 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 814.5 avail Mem
0:36.90 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 785.3 avail Mem
0:38.75 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 748.4 avail Mem
0:40.54 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 707.1 avail Mem
0:42.36 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 667.7 avail Mem
0:44.17 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 629.8 avail Mem
0:45.97 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 588.7 avail Mem
0:47.78 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 547.5 avail Mem
0:49.60 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 505.8 avail Mem
0:51.42 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 464.2 avail Mem
0:53.22 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 423.4 avail Mem
0:55.00 MiB Swap: 820.0 total, 820.0 free, 0.0 used, 382.8 avail Mem

[ Read 54 lines ]
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos ^Y-U Undo
^X Exit ^R Read File ^_ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line ^Y-E Redo
```

Файл отслеживания параметров процесса mem.bash: **proc_membash1.txt**

```
GNU nano 2.9.8                                proc_membash1.txt

0:00.86    1454 user      20  0  242420  22992   2920 R  93.8   1.2   0:00.86 mem.bash
0:02.70    1454 user      20  0  283208  63912   2920 R  94.4   3.4   0:02.70 mem.bash
0:04.48    1454 user      20  0  323864  104304   2920 R  93.3   5.6   0:04.48 mem.bash
0:06.28    1454 user      20  0  363332  143904   2920 R  88.2   7.7   0:06.28 mem.bash
0:08.09    1454 user      20  0  404120  184560   2920 R  93.8   9.9   0:08.09 mem.bash
0:09.88    1454 user      20  0  443588  224160   2920 R  88.2  12.0   0:09.88 mem.bash
0:11.68    1454 user      20  0  482132  262704   2920 R  82.4  14.0   0:11.68 mem.bash
0:13.50    1454 user      20  0  517508  298080   2920 R  99.9  15.9   0:13.50 mem.bash
0:15.32    1454 user      20  0  551960  332400   2920 R  87.5  17.8   0:15.32 mem.bash
0:17.10    1454 user      20  0  585224  365928   2920 R  82.4  19.6   0:17.10 mem.bash
0:18.91    1454 user      20  0  623768  404208   2920 R  83.3  21.6   0:18.91 mem.bash
0:20.70    1454 user      20  0  662180  442752   2920 R  88.2  23.7   0:20.70 mem.bash
0:22.50    1454 user      20  0  699404  479976   2920 R  88.2  25.7   0:22.50 mem.bash
0:24.29    1454 user      20  0  735836  516408   2920 R  82.4  27.6   0:24.29 mem.bash
0:26.10    1454 user      20  0  766328  546768   2920 R  93.8  29.2   0:26.10 mem.bash
0:27.90    1454 user      20  0  797216  577920   2920 R  82.4  30.9   0:27.90 mem.bash
0:29.69    1454 user      20  0  831140  611712   2920 R  88.2  32.7   0:29.69 mem.bash
0:31.49    1454 user      20  0  864404  644976   2920 R  94.1  34.5   0:31.49 mem.bash
0:33.29    1454 user      20  0  898592  679296   2920 R  88.9  36.3   0:33.29 mem.bash
0:35.13    1454 user      20  0  931592  712032   2920 R  94.1  38.1   0:35.13 mem.bash
0:36.90    1454 user      20  0  962348  742920   2920 R  88.2  39.7   0:36.90 mem.bash
0:38.75    1454 user      20  0 1001816  782256   2920 R  88.2  41.8   0:38.75 mem.bash
0:40.54    1454 user      20  0 1043000  823440   2920 R  87.5  44.0   0:40.54 mem.bash
0:42.36    1454 user      20  0 1083788  864360   2920 R  88.2  46.2   0:42.36 mem.bash
0:44.17    1454 user      20  0 1122728  903168   2920 R  82.4  48.3   0:44.17 mem.bash
0:45.97    1454 user      20  0 1164176  944616   2920 R  99.9  50.5   0:45.97 mem.bash
0:47.78    1454 user      20  0 1206416  986856   2920 R  99.9  52.8   0:47.78 mem.bash
0:49.60    1454 user      20  0 1249316   1.0g   2920 R  81.2  55.1   0:49.60 mem.bash
0:51.42    1454 user      20  0 1291556   1.0g   2920 R  93.8  57.3   0:51.42 mem.bash
0:53.22    1454 user      20  0 1333268   1.1g   2920 R  88.9  59.5   0:53.22 mem.bash
0:55.00    1454 user      20  0 1374452   1.1g   2920 R  83.3  61.7   0:55.00 mem.bash

[ Read 32 lines ]
^G Get Help  ^O Write Out  ^W Where Is   ^K Cut Text   ^J Justify    ^C Cur Pos   ^M-U Undo
^X Exit      ^R Read File  ^_ Replace    ^U Uncut Text ^T To Spell   ^_ Go To Line ^M-E Redo
```

Файл отслеживания первых пяти процессов top: **five_process1.txt**

```
GNU nano 2.9.8                                five_process1.txt

1454 user      20  0  238460  19032   2920 R  82.4   1.0   0:00.68 mem.bash
1473 user      20  0  274140   4464   3892 R   5.9   0.2   0:00.01 top
  1 root       20  0  179200  13608   8644 S   0.0   0.7   0:02.58 systemd
  2 root       20  0           0         0      0 S   0.0   0.0   0:00.00 kthreadd
  3 root       0 -20          0         0      0 I   0.0   0.0   0:00.00 rcu_gp

1454 user      20  0  278984  59688   2920 R  77.8   3.2   0:02.50 mem.bash
  1 root       20  0  179200  13608   8644 S   0.0   0.7   0:02.58 systemd
  2 root       20  0           0         0      0 S   0.0   0.0   0:00.00 kthreadd
  3 root       0 -20          0         0      0 I   0.0   0.0   0:00.00 rcu_gp
  4 root       0 -20          0         0      0 I   0.0   0.0   0:00.00 rcu_par_gp

1454 user      20  0  320168 100608   2920 R  99.9   5.4   0:04.32 mem.bash
  1 root       20  0  179200  13608   8644 S   0.0   0.7   0:02.58 systemd
  2 root       20  0           0         0      0 S   0.0   0.0   0:00.00 kthreadd
  3 root       0 -20          0         0      0 I   0.0   0.0   0:00.00 rcu_gp
  4 root       0 -20          0         0      0 I   0.0   0.0   0:00.00 rcu_par_gp

1454 user      20  0  359900 140472   2920 R  82.4   7.5   0:06.10 mem.bash
  1 root       20  0  179200  13608   8644 S   0.0   0.7   0:02.58 systemd
  2 root       20  0           0         0      0 S   0.0   0.0   0:00.00 kthreadd
  3 root       0 -20          0         0      0 I   0.0   0.0   0:00.00 rcu_gp
  4 root       0 -20          0         0      0 I   0.0   0.0   0:00.00 rcu_par_gp

1454 user      20  0  400028 180600   2920 R  93.8   9.7   0:07.91 mem.bash

[ Read 372 lines ]
^G Get Help  ^O Write Out  ^W Where Is   ^K Cut Text   ^J Justify    ^C Cur Pos   ^M-U Undo
^X Exit      ^R Read File  ^_ Replace    ^U Uncut Text ^T To Spell   ^_ Go To Line ^M-E Redo
```

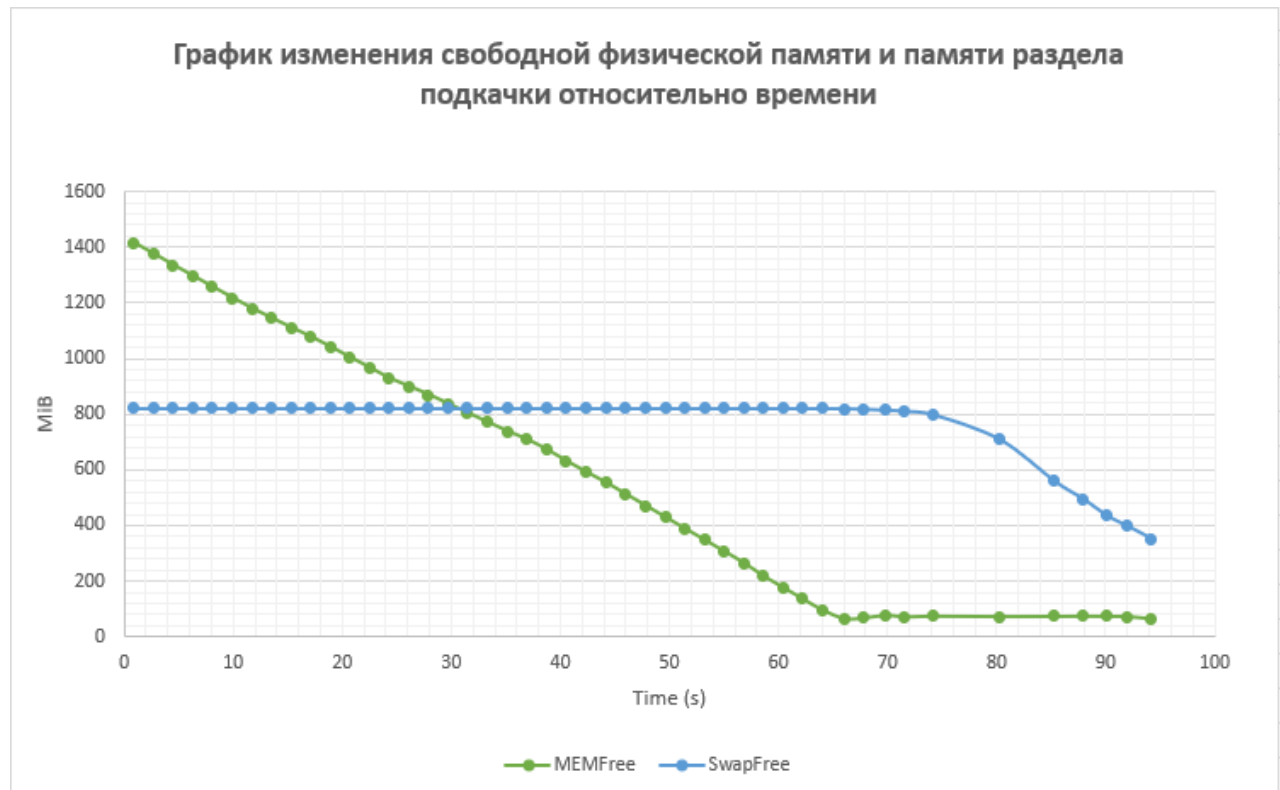
Команды **dmesg | grep "mem.bash"**

```

[user@localhost Lab051]$ dmesg | grep "mem.bash"
[ 295.310597] [ 1454] 1000 1454 659885 417112 4915200 187209 0 mem.bash
[ 295.313659] Out of memory: Killed process 1454 (mem.bash) total-vm:2639540kB, anon-rss:1668448kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 295.484935] oom_reaper: reaped process 1454 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss:
0kB
[user@localhost Lab051]$ _

```

График изменения свободной физической памяти и памяти раздела подкачки относительно времени (Построение из значений файлов mem1.txt и swap1.txt)



Вывод:

+ В начале программа занимает только физическую память. Как можно увидеть по графику, свободная физическая память линейно убывает, а размер свободной памяти раздела подкачки остается постоянным. Однако в определенный момент времени (66-67с) свободная физическая память заканчивается, и начинается использование раздела подкачки

+ Размер массива в момент аварийного завершения программы: 300000000

Второй этап:

Второй скрипт: **mem2.bash**

```
GNU nano 2.9.8 mem2.bash

#!/bin/bash
arr=()
c=0
echo "" > report2.log
while true; do
    arr+=(1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)
    let c++
    if [[ $c == 100000 ]]
    then
        c=0
        echo "${#arr[@]}" >> report2.log
    fi
done
```

Скрипт слежения: w2.bash

```
GNU nano 2.9.8 w2.bash

#!/bin/bash
echo "" > five_process2.txt
echo "" > proc_membash2.txt
echo "Time" > mem2.txt
echo "Time" > swap2.txt

while true; do
    procExist=$(top -b -n 1 | grep "mem2.bash")
    st=$(echo "$procExist" | awk '{print $8}')
    if [[ -z procExist || "$st" != "R" ]]; then
        exit 0
    fi
    mem_and_swap=$(top -b -n1 | head -n5 | tail -n2)
    mem=$(echo "$mem_and_swap" | head -n1)
    swap=$(echo "$mem_and_swap" | tail -n1)
    five_process=$(top -b -n 1 | head -n12 | tail -n5)
    echo -e "\n" >> five_process2.txt
    procExist=$(top -b -n 1 | grep "mem2.bash")
    cur_time=$(echo "$procExist" | awk '{print $11}')
    echo "$cur_time $procExist" >> proc_membash2.txt
    echo "$cur_time $mem" >> mem2.txt
    echo "$cur_time $swap" >> swap2.txt
    sleep 1
done
```

Скрипт запуска: run2mem.bash

```
GNU nano 2.9.8

#!/bin/bash
./mem.bash &
./mem2.bash &
./w1.bash &
./w2.bash &
```

Журнал:

```
[ 537.569066] Out of memory: Killed process 1463 (mem.bash) total-vm:2662904kB, anon-rss:1679568kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 537.728607] oom_reaper: reaped process 1463 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss:
0kB
Killed
```

```
[ 764.084014] Out of memory: Killed process 1465 (mem2.bash) total-vm:2627660kB, anon-rss:1658652kB  
[ 764.303216] oom_reaper: reaped process 1465 (mem2.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rs  
s:0kB  
Killed
```

Последняя строка **report.log**: 15000000

```
[user@localhost Lab051]$ cat report.log  
1000000  
2000000  
3000000  
4000000  
5000000  
6000000  
7000000  
8000000  
9000000  
10000000  
11000000  
12000000  
13000000  
14000000  
15000000  
[user@localhost Lab051]$ _
```

Последняя строка **report2.log**: 30000000

```
[user@localhost Lab051]$ cat report2.log  
1000000  
2000000  
3000000  
4000000  
5000000  
6000000  
7000000  
8000000  
9000000  
10000000  
11000000  
12000000  
13000000  
14000000  
15000000  
16000000  
17000000  
18000000  
19000000  
20000000  
21000000  
22000000  
23000000  
24000000  
25000000  
26000000  
27000000  
28000000  
29000000  
30000000  
[user@localhost Lab051]$
```

Файл отслеживания памяти: **mem2.txt**


```
GNU nano 2.9.8 mem2.txt

Time
0:00.00 MiB Mem : 1827.1 total, 1594.8 free, 124.4 used, 107.8 buff/cache
0:01.00 MiB Mem : 1827.1 total, 1547.4 free, 171.8 used, 107.9 buff/cache
0:02.77 MiB Mem : 1827.1 total, 1505.3 free, 213.8 used, 107.9 buff/cache
0:03.76 MiB Mem : 1827.1 total, 1461.8 free, 257.3 used, 107.9 buff/cache
0:04.72 MiB Mem : 1827.1 total, 1411.7 free, 302.4 used, 112.9 buff/cache
0:05.70 MiB Mem : 1827.1 total, 1365.4 free, 347.6 used, 114.0 buff/cache
0:06.68 MiB Mem : 1827.1 total, 1322.5 free, 390.5 used, 114.0 buff/cache
0:07.67 MiB Mem : 1827.1 total, 1277.3 free, 435.8 used, 114.0 buff/cache
0:08.65 MiB Mem : 1827.1 total, 1233.3 free, 479.7 used, 114.0 buff/cache
0:09.61 MiB Mem : 1827.1 total, 1176.8 free, 528.1 used, 122.2 buff/cache
0:10.60 MiB Mem : 1827.1 total, 1133.6 free, 571.0 used, 122.5 buff/cache
0:11.57 MiB Mem : 1827.1 total, 1087.8 free, 616.8 used, 122.5 buff/cache
0:12.55 MiB Mem : 1827.1 total, 1042.7 free, 661.9 used, 122.5 buff/cache
0:13.52 MiB Mem : 1827.1 total, 997.6 free, 707.0 used, 122.5 buff/cache
0:14.50 MiB Mem : 1827.1 total, 952.4 free, 752.1 used, 122.5 buff/cache
0:15.47 MiB Mem : 1827.1 total, 907.3 free, 797.3 used, 122.5 buff/cache
0:16.47 MiB Mem : 1827.1 total, 863.5 free, 841.1 used, 122.5 buff/cache
0:17.43 MiB Mem : 1827.1 total, 817.9 free, 886.6 used, 122.5 buff/cache
0:18.42 MiB Mem : 1827.1 total, 772.7 free, 931.9 used, 122.5 buff/cache
0:19.41 MiB Mem : 1827.1 total, 728.8 free, 975.8 used, 122.5 buff/cache
0:20.39 MiB Mem : 1827.1 total, 689.3 free, 1015.2 used, 122.5 buff/cache
0:21.39 MiB Mem : 1827.1 total, 644.4 free, 1060.1 used, 122.5 buff/cache
0:22.37 MiB Mem : 1827.1 total, 599.9 free, 1104.6 used, 122.5 buff/cache
0:23.37 MiB Mem : 1827.1 total, 555.1 free, 1149.4 used, 122.5 buff/cache
0:24.36 MiB Mem : 1827.1 total, 508.1 free, 1196.4 used, 122.5 buff/cache
0:25.35 MiB Mem : 1827.1 total, 463.1 free, 1241.5 used, 122.5 buff/cache
0:26.33 MiB Mem : 1827.1 total, 417.4 free, 1287.2 used, 122.5 buff/cache
0:27.33 MiB Mem : 1827.1 total, 371.8 free, 1332.8 used, 122.5 buff/cache
0:28.31 MiB Mem : 1827.1 total, 326.1 free, 1378.4 used, 122.5 buff/cache
0:29.31 MiB Mem : 1827.1 total, 279.1 free, 1425.4 used, 122.5 buff/cache
0:30.30 MiB Mem : 1827.1 total, 233.3 free, 1471.2 used, 122.5 buff/cache

[ Read 73 lines ]
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos ^M-U Undo
^X Exit ^R Read File ^_ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line ^M-E Redo
```

Файл отслеживания памяти раздела подкачки (Swap): **swap2.txt**

```
GNU nano 2.9.8 swap2.txt

Time
0:00.00 MiB Swap: 820.0 total, 731.1 free, 88.9 used, 1575.4 avail Mem
0:01.00 MiB Swap: 820.0 total, 731.1 free, 88.9 used, 1528.0 avail Mem
0:02.77 MiB Swap: 820.0 total, 731.1 free, 88.9 used, 1486.0 avail Mem
0:03.76 MiB Swap: 820.0 total, 731.1 free, 88.9 used, 1442.5 avail Mem
0:04.72 MiB Swap: 820.0 total, 731.1 free, 88.9 used, 1394.9 avail Mem
0:05.70 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1349.1 avail Mem
0:06.68 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1306.2 avail Mem
0:07.67 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1260.9 avail Mem
0:08.65 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1217.0 avail Mem
0:09.61 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1164.5 avail Mem
0:10.60 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1121.5 avail Mem
0:11.57 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1075.7 avail Mem
0:12.55 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 1030.6 avail Mem
0:13.52 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 985.5 avail Mem
0:14.50 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 940.3 avail Mem
0:15.47 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 895.2 avail Mem
0:16.47 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 851.4 avail Mem
0:17.43 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 805.9 avail Mem
0:18.42 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 760.6 avail Mem
0:19.41 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 716.7 avail Mem
0:20.39 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 677.2 avail Mem
0:21.39 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 632.4 avail Mem
0:22.37 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 587.9 avail Mem
0:23.37 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 543.1 avail Mem
0:24.36 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 496.0 avail Mem
0:25.35 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 451.0 avail Mem
0:26.33 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 405.3 avail Mem
0:27.33 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 359.7 avail Mem
0:28.31 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 314.0 avail Mem
0:29.31 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 267.1 avail Mem
0:30.30 MiB Swap: 820.0 total, 731.3 free, 88.7 used, 221.2 avail Mem

[ Read 73 lines ]
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos ^M-U Undo
^X Exit ^R Read File ^_ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line ^M-E Redo
```

Файл отслеживания параметров процесса mem.bash: **proc_membash2.txt**

```
GNU nano 2.9.8                                proc_membash2.txt

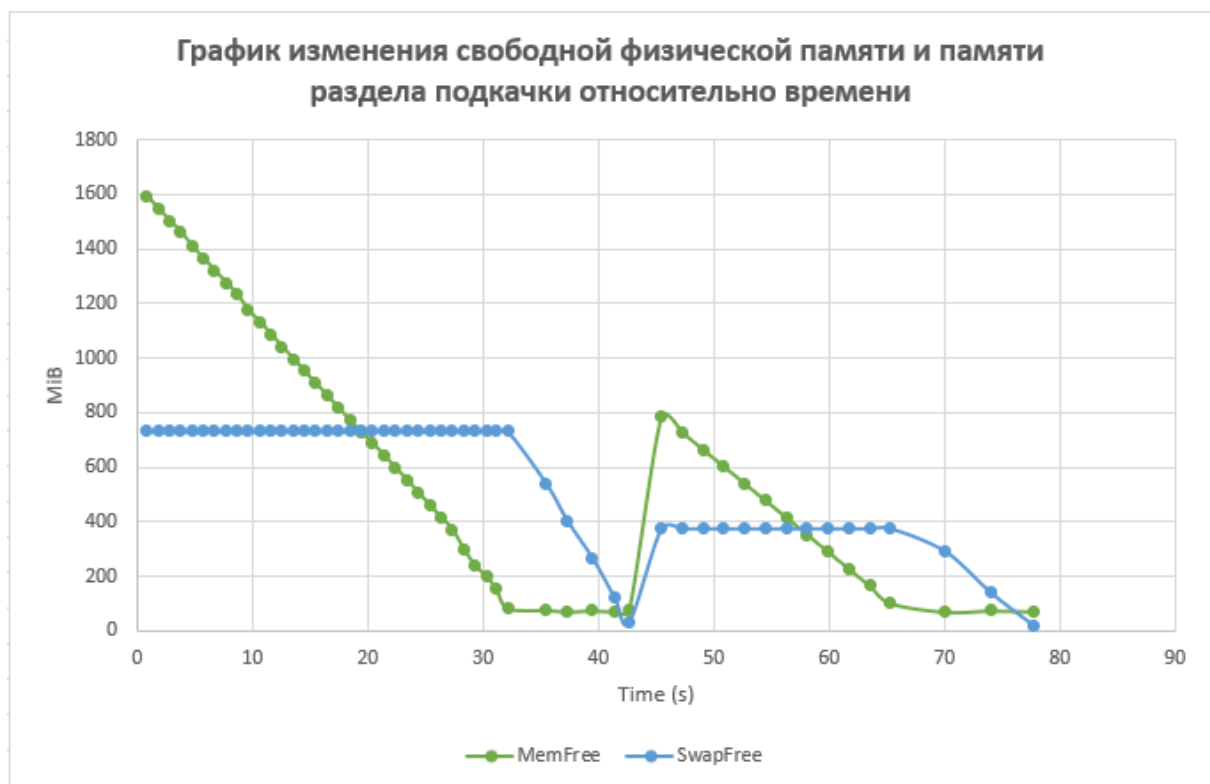
0:00.00    1484 user      20  0  241760  22148    2860 R   43.8   1.2  0:00.00 mem2.bash
0:01.00    1484 user      20  0  266048  46436    2860 R   38.9   2.5  0:01.00 mem2.bash
0:02.77    1484 user      20  0  287432  68084    2860 R   38.9   3.6  0:02.77 mem2.bash
0:03.76    1484 user      20  0  309608  89996    2860 R   47.1   4.8  0:03.76 mem2.bash
0:04.72    1484 user      20  0  332708  113228   2860 R   53.3   6.1  0:04.72 mem2.bash
0:05.70    1484 user      20  0  356204  136724   2860 R   50.0   7.3  0:05.70 mem2.bash
0:06.68    1484 user      20  0  379832  160220   2860 R   38.9   8.6  0:06.68 mem2.bash
0:07.67    1484 user      20  0  402668  183188   2860 R   41.2   9.8  0:07.67 mem2.bash
0:08.65    1484 user      20  0  425900  206420   2860 R   36.8  11.0  0:08.65 mem2.bash
0:09.61    1484 user      20  0  448736  229388   2860 R   41.2  12.3  0:09.61 mem2.bash
0:10.60    1484 user      20  0  473156  253676   2860 R   43.8  13.6  0:10.60 mem2.bash
0:11.57    1484 user      20  0  496256  276644   2860 R   41.2  14.8  0:11.57 mem2.bash
0:12.55    1484 user      20  0  519488  300140   2860 R   50.0  16.0  0:12.55 mem2.bash
0:13.52    1484 user      20  0  542984  323372   2860 R   38.9  17.3  0:13.52 mem2.bash
0:14.50    1484 user      20  0  566612  347132   2860 R   42.1  18.6  0:14.50 mem2.bash
0:15.47    1484 user      20  0  589976  370364   2860 R   44.4  19.8  0:15.47 mem2.bash
0:16.47    1484 user      20  0  613208  393860   2860 R   44.4  21.1  0:16.47 mem2.bash
0:17.43    1484 user      20  0  634988  415508   2860 R   41.2  22.2  0:17.43 mem2.bash
0:18.42    1484 user      20  0  658220  438740   2860 R   41.2  23.5  0:18.42 mem2.bash
0:19.41    1484 user      20  0  680396  460916   2860 R   38.9  24.6  0:19.41 mem2.bash
0:20.39    1484 user      20  0  701912  482300   2860 R   35.3  25.8  0:20.39 mem2.bash
0:21.39    1484 user      20  0  724484  505004   2860 R   42.1  27.0  0:21.39 mem2.bash
0:22.37    1484 user      20  0  747452  527972   2860 R   47.1  28.2  0:22.37 mem2.bash
0:23.37    1484 user      20  0  771080  551468   2860 R   47.1  29.5  0:23.37 mem2.bash
0:24.36    1484 user      20  0  794840  575228   2860 R   38.9  30.7  0:24.36 mem2.bash
0:25.35    1484 user      20  0  818336  598724   2860 R   50.0  32.0  0:25.35 mem2.bash
0:26.33    1484 user      20  0  841568  622220   2860 R   41.2  33.3  0:26.33 mem2.bash
0:27.33    1484 user      20  0  865856  646244   2860 R   41.2  34.5  0:27.33 mem2.bash
0:28.31    1484 user      20  0  889484  670004   2860 R   41.2  35.8  0:28.31 mem2.bash
0:29.31    1484 user      20  0  913640  694028   2860 R   38.9  37.1  0:29.31 mem2.bash
0:30.30    1484 user      20  0  937400  717788   2860 R   42.1  38.4  0:30.30 mem2.bash

[ Read 73 lines ]
^G Get Help  ^O Write Out  ^W Where Is   ^K Cut Text   ^J Justify    ^C Cur Pos    ^U Undo
^X Exit      ^R Read File  ^_ Replace    ^U Uncut Text ^T To Spell   ^_ Go To Line  ^E Redo
```

Последние две записи в системном журнале (dmesg | grep “mem[2]*.bash”)

```
[user@localhost Lab05]$ dmesg | grep "mem[2]*.bash"
[ 785.601953] [ 1495] 1000 1495 664868 418563 4956160 190740          0 mem.bash
[ 785.602411] Out of memory: Killed process 1495 (mem.bash) total-vm:2659472kB, anon-rss:1674252kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 785.863107] oom_reaper: reaped process 1495 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss:0kB
[ 953.774745] [ 1504] 1000 1504 666584 422664 4968448 188357          0 mem2.bash
[ 953.775198] Out of memory: Killed process 1504 (mem2.bash) total-vm:2666336kB, anon-rss:1690656kB
, file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 953.998945] oom_reaper: reaped process 1504 (mem2.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rs
s:0kB
[user@localhost Lab05]$ _
```

График изменения свободной физической памяти и памяти раздела подкачки относительно времени



Вывод:

Во втором случае сначала происходит полностью аналогичная ситуация с первым случаем, однако аварийно завершается только одна из программ (на 42-43с). После чего происходит резкий рост свободной физической памяти и памяти раздела подкачки (можно увидеть этот момент на графиках с 43 по 45 секунды). Затем физическая память вновь линейно убывает, а память раздела подкачки пока остается не измененной. После, когда физическая память заканчивается, начинает также убывать память раздела подкачки, пока программа не завершится аварийно по ее истечению.

Эксперимент №2

Скрипт **newmem.bash**:

```

GNU nano 2.9.8                                newmem.bash
#!/bin/bash
arr=()
counter=0
echo "" > report.log
while true; do
    arr+=(1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)
    let counter++
    if [[ "${#arr[@]}" -ge "51" ]]; then
        exit 0
    fi
done

```

Скрипт запуска **run.bash**:

```
GNU nano 2.9.8 run.bash
#!/bin/bash
for (( i = 0; i < $2; i++))
do
    ./newmem.bash $1 &
    sleep 1
done
```

Макс N = 30 000 000 (из эксперимента 1.1)

При значении N в 10 раз меньшем, чем критическое (3 000 000) и при K=10, ни один из процессов не завершается аварийно:

```
[user@localhost Lab051]$ ./run.bash 3000000 10
[user@localhost Lab051]$ _
```

При запуске же N = 3 000 000 и K = 30, часть процессов завершилась аварийно. Процессор стал тратить больше времени на межстраничный обмен, чем на непосредственное выполнение программ.

```
[ 272.216928] [ 1525] 1000 1525 57932 2374 86016 0 0 newmem.bash
[ 272.217211] [ 1527] 1000 1527 57965 2417 86016 0 0 newmem.bash
[ 272.217525] [ 1529] 1000 1529 57668 2116 86016 0 0 newmem.bash
[ 272.217822] [ 1531] 1000 1531 57470 1912 86016 0 0 newmem.bash
[ 272.218095] [ 1533] 1000 1533 57305 1710 94208 0 0 newmem.bash
[ 272.218402] [ 1535] 1000 1535 57239 1649 98304 0 0 newmem.bash
[ 272.218672] [ 1537] 1000 1537 58955 3383 94208 0 0 newmem.bash
[ 272.218959] [ 1539] 1000 1539 58163 2586 94208 0 0 newmem.bash
[ 272.219258] [ 1541] 1000 1541 57833 2279 90112 0 0 newmem.bash
[ 272.219527] [ 1543] 1000 1543 56975 1396 98304 0 0 newmem.bash
[ 272.220015] [ 1545] 1000 1545 56909 1335 77824 0 0 newmem.bash
[ 272.220461] [ 1547] 1000 1547 56843 1267 86016 0 0 newmem.bash
[ 272.221297] [ 1549] 1000 1549 56414 798 81920 0 0 newmem.bash
[ 272.222058] [ 1551] 1000 1551 56348 802 81920 0 0 newmem.bash
[ 272.222446] [ 1553] 1000 1553 56183 596 77824 0 0 newmem.bash
[ 272.222891] [ 1555] 1000 1555 56216 658 81920 0 0 newmem.bash
[ 272.223210] [ 1557] 1000 1557 56051 462 81920 0 0 newmem.bash
[ 272.223470] [ 1559] 1000 1559 55919 331 81920 0 0 newmem.bash
[ 272.223751] [ 1561] 1000 1561 55721 170 77824 0 0 newmem.bash
[ 272.224003] [ 1563] 1000 1563 55622 61 61440 0 0 run.bash
[ 272.224302] Out of memory: Killed process 1452 (newmem.bash) total-vm:350000kB, anon-rss:56976kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 272.333079] oom_reaper: reaped process 1452 (newmem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-
rss:0kB
```

При снижении до N = 2 000 000, K = 30 запусков успешно завершаются, так же, как и при N = 2 200 000, ... , 2 300 000.

```
[user@localhost Lab051]$ ./run.bash 2000000 30
[user@localhost Lab051]$
```

```
[user@localhost Lab051]$ ./run.bash 2300000 30
[user@localhost Lab051]$
```

При значении в $N = 2\,400\,000$ происходит аварийное завершение части программ.

```
[ 270.384751] [ 1556] 1000 1556 62420 6870 131072 0 0 newmem.bash
[ 270.385088] [ 1558] 1000 1558 62618 6990 139264 0 0 newmem.bash
[ 270.385366] [ 1560] 1000 1560 61958 6403 126976 0 0 newmem.bash
[ 270.385640] [ 1562] 1000 1562 61529 5944 122880 0 0 newmem.bash
[ 270.385931] [ 1564] 1000 1564 61034 5466 118784 0 0 newmem.bash
[ 270.386196] [ 1566] 1000 1566 61067 5534 122880 0 0 newmem.bash
[ 270.386504] [ 1568] 1000 1568 61067 5478 114688 0 0 newmem.bash
[ 270.386838] [ 1570] 1000 1570 61232 5657 126976 0 0 newmem.bash
[ 270.387104] [ 1572] 1000 1572 60902 5351 126976 0 0 newmem.bash
[ 270.387522] [ 1574] 1000 1574 60869 5273 118784 0 0 newmem.bash
[ 270.388091] [ 1576] 1000 1576 60407 4824 110592 0 0 newmem.bash
[ 270.388480] [ 1578] 1000 1578 60374 4797 114688 0 0 newmem.bash
[ 270.388790] [ 1580] 1000 1580 61331 5758 122880 0 0 newmem.bash
[ 270.389049] [ 1583] 1000 1583 60209 4617 114688 0 0 newmem.bash
[ 270.389305] [ 1586] 1000 1586 59648 4068 114688 0 0 newmem.bash
[ 270.389559] [ 1588] 1000 1588 59219 3635 98304 0 0 newmem.bash
[ 270.389868] [ 1590] 1000 1590 59417 3843 102400 0 0 newmem.bash
[ 270.390123] [ 1593] 1000 1593 59912 4357 114688 0 0 newmem.bash
[ 270.390502] [ 1595] 1000 1595 58724 3157 102400 0 0 newmem.bash
[ 270.390806] Out of memory: Killed process 1487 (newmem.bash) total-vm:317000kB, anon-rss:45352kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
./newmem.bash: xmalloc: cannot allocate 32 bytes
./newmem.bash: xmalloc: cannot allocate 2 bytes
./newmem.bash: xmalloc: cannot allocate 2 bytes
./newmem.bash: xmalloc: cannot allocate 2 bytes
./newmem.bash: xmalloc: cannot allocate 2 bytes
```

Таким образом, максимальное значение $N \approx 2\,300\,000$

```
User@localhost Lab05]$ ./run.bash 2300000 30
User@localhost Lab05]$
```