

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

**Отчет**

по лабораторной работе «Управление памятью в ОС Linux»  
по дисциплине **«Операционные системы»**

Автор: Астапов Андрей

Факультет: ИТИП

Группа: М3210

Преподаватель: Осипов Святослав



**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург 2020

**Задачи работы:** проведите два виртуальных эксперимента в соответствии с требованиями и проанализируйте их результаты. Рекомендуется написать «следящие» скрипты и собирать данные, например, из вывода утилиты **top** автоматически с заданной периодичностью, например, 1 раз в секунду. Можно проводить эксперименты и фиксировать требуемые параметры и в ручном режиме, но в этом случае рекомендуется замедлить эксперимент, например, уменьшив размер добавляемой к массиву последовательности с 10 до 5 элементов.

### Ход работы:

*Данные о текущей конфигурации операционной системы в аспекте управления памятью:*

Общий объем оперативной памяти MemTotal: 1870900 kB

Объем раздела подкачки SwapTotal: 839676 kB

Объем свободной физической памяти в ненагруженной системе MemFree: 1435672 kB

Объем свободного пространства в разделе подкачки в ненагруженной системе SwapFree: 839676 kB

### Эксперимент №1

*Подготовительный этап:*

Скрипт mem.bash

```
#!/bin/bash

> report1.log

arr=()
step=0

while [[ true ]]
do
    if [[ $(( ${step} % 100000 )) -eq 0 ]]
    then
        echo ${arr[@]} >> report1.log
    fi

    (( step++ ))
    arr+=( 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
done
```

*Первый этап (работа одного скрипта):*

Последняя запись журнала:

```
[ 1152.461327] Out of memory: Killed process 1586 (mem.bash) total-vm:2657228kB, anon-rss:1678556kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 1152.551743] oom_reaper: reaped process 1586 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss:0kB
Killed
[user@localhost experiment1]$ _

#!/bin/bash

if [[ $# -ne 2 ]]
then
    echo "Two parameters needed: count, array size"
    exit
fi

for (( i=0; i<${2}; i++ ))
do
    sleep 1
    ./newmem.bash $1 &
done
```

Последняя строка файла report1.log:

```
31000000
```

```
luser@localhost experiment11$ _
```

Часть файла-отчета report2.txt:

```
Time: 07:57:26 PM
Information about memory:
MiB Mem : 1826.8 total, 77.3 free, 1702.8 used, 46.7 buff/cache
MiB Swap: 820.0 total, 72.3 free, 747.7 used, 27.3 avail Mem
  PID USER      PR  NI   VIRT   RES   SHR S  %CPU  %MEM    TIME+  COMMAND
Information about mem.bash:
  5437 user      20   0 2518232  1.6g  1668 R   93.8   87.1   0:51.13 mem2.bash
Information about first five processes:
  PID USER      PR  NI   VIRT   RES   SHR S  %CPU  %MEM    TIME+  COMMAND
  5437 user      20   0 2518232  1.6g  1668 R   93.8   87.1   0:51.13 mem2.bash
   47 root       20   0     0     0     0 S    6.2   0.0    3:10.52 kswapd0
    1 root       20   0  179524    844    0 S    0.0   0.0    0:01.69 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
```

Последние записи в системном журнале

```
Last info in dmesg:
[ 5614.757684] Out of memory: Killed process 5436 (mem.bash) total-vm:1435040kB, anon-rss:821816kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 5614.853636] oom_reaper: reaped process 5436 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss:
:0kB
[user@localhost experiment11]$
```

Последняя строка в report1.log:

```
31000000
[user@localhost experiment11]$ _
```

*Второй этап (работа нескольких экземпляров созданного скрипта):*

Скрипт для запуска в фоновом режиме mems.sh:

```
#!/bin/bash

./mem.bash &
./mem2.bash &
```

Часть файла-отчета report2.txt:

Последние две записи в системном журнале (dmesg | grep "mem[2]\*.bash"):

```
Time: 07:57:27 PM
Information about memory:
MiB Mem : 1826.8 total, 80.6 free, 1704.6 used, 41.7 buff/cache
MiB Swap: 820.0 total, 17.8 free, 802.2 used, 28.1 avail Mem
  PID USER      PR  NI   VIRT   RES   SHR S  %CPU  %MEM    TIME+  COMMAND
Information about mem.bash:
  5437 user      20   0 2575256  1.6g  1640 R   81.2   87.2   0:52.37 mem2.bash
Information about first five processes:
  PID USER      PR  NI   VIRT   RES   SHR S  %CPU  %MEM    TIME+  COMMAND
  5437 user      20   0 2575256  1.6g  1640 R   81.2   87.2   0:52.37 mem2.bash
   47 root       20   0     0     0     0 S   12.5   0.0    3:10.56 kswapd0
    1 root       20   0  179524    844    0 S    0.0   0.0    0:01.69 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
```

Последняя строка в report1.log:

```
15000000
[user@localhost experiment11]$ _
```

Последняя строка в report2.log:

```
31000000
[user@localhost experiment11]$
```

*Обработка результатов:*

График изменения величин на 1 этапе:

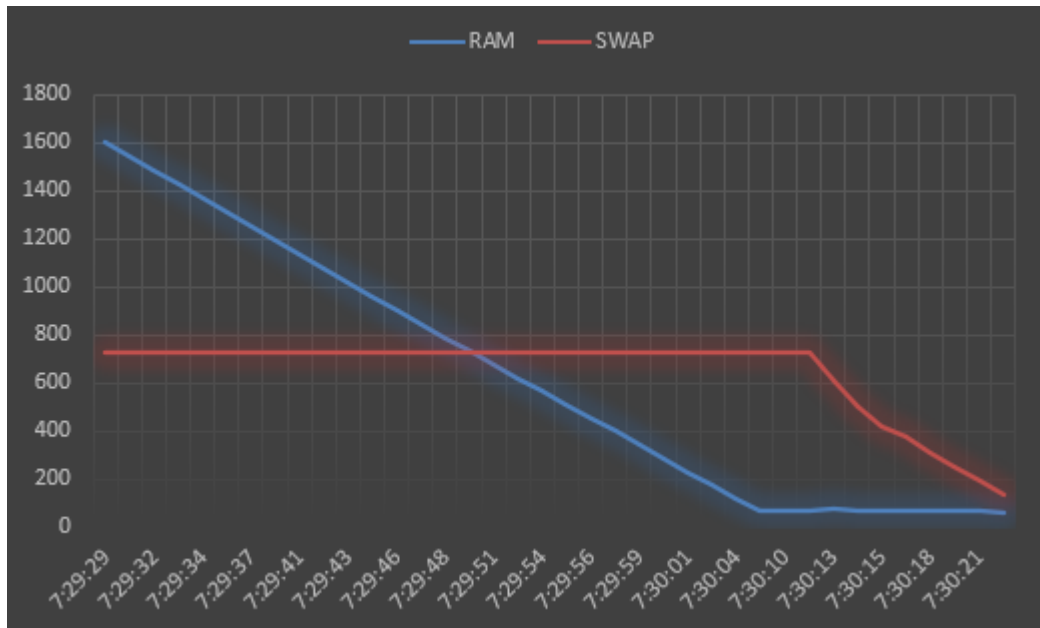
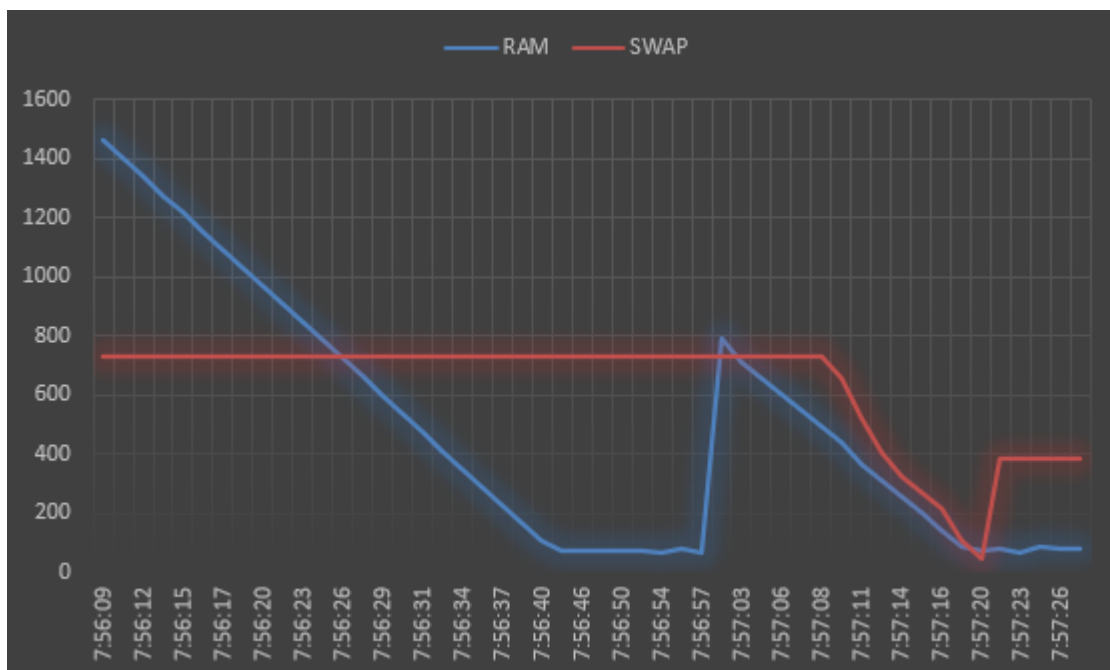


График изменения величин на 2 этапе:



В начале выполнения программы процесс занимает только физическую память (наблюдается уменьшение величины Memory free и постоянство Swap free – раздел подкачки не участвует). Как только заканчивается место в физической памяти, начинает использоваться раздел подкачки (наблюдается уменьшение размера Swap free с 40-й секунды). Когда заканчивается свободное место и в разделе подкачки происходит

аварийное завершение программы.

Остановка программы происходит, когда размер массива становится равным 30 000 000.

На втором этапе, как только заканчивается свободное пространство в Swap free, происходит аварийное завершение первого запущенного процесса mem.bash.

Освободившееся место занимает процесс mem2.bash, и затем, как и на первом этапе, также происходит аварийное завершение программы.

## Эксперимент №2

*Подготовительный этап:*

Скрипт newmem.bash:

```
#!/bin/bash

if [[ $# -ne 1 ]]
then
    echo "One parameter needed: array size"
    exit
fi

arr=()
step=0

while [[ true ]]
do
    if [[ ${#arr[@]} -gt $1 ]]
    then
        exit
    fi

    (( step++ ))
    arr+=( 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 )
done
```

*Основной этап:*

Скрипт tester.sh (запуск newmem.bash с параметрами: 1) N – максимальный размер массива, 2) K – количество запусков):

```
#!/bin/bash

if [[ $# -ne 2 ]]
then
    echo "Two parameters needed: count, array size"
    exit
fi

for (( i=0; i<$2; i++ ))
do
    sleep 1
    ./newmem.bash $1 &
done
```

При значении N в 10 раз меньшем, чем критическое (3100000) и при K=10, ни один из процессов не завершается аварийно:

Часть записей в системном журнале при значении N в 10 раз меньшем, чем критическое (3100000) и при K=30 (20 процессов завершены аварийно):

*Обработка результатов:*

Из-за многочисленных запусков newmem.bash происходит заполнение всех свободных

мест в физической памяти, часть страниц начинает стгужаться в раздел подкачки. При необходимости обращения к ним, страницы вновь выгружаются в RAM. Однако, процесс свопинга заметно снижает производительность, так как прерывает процесс на время перемещения между разделом подкачки и физической памятью. Из-за этого часть процессов аварийно останавливается.

При снижении до  $N = 1\,000\,000$ ,  $K = 30$  запусков успешно завершаются, так же, как и при  $N = 1\,500\,000, \dots, 1\,900\,000$ . При значении в  $N = 2\,000\,000$  происходит аварийное завершение части программ.

Таким образом, максимальное значение  $N \approx 1\,900\,000$ .