

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: Чесноков Александр Сергеевич

Факультет: Информационных технологий
и программирования

Группа: М3203

Преподаватель: Титова Анастасия Витальевна



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург 2020

Задачи работы:

Проведите два виртуальных эксперимента в соответствии с требованиями и проанализируйте их результаты. В указаниях ниже описано, какие данные необходимо фиксировать в процессе проведения экспериментов. 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:

Общий объем оперативной памяти `MemTotal`: 1870900 kB

Объем раздела подкачки `SwapTotal`: 839676 kB;

Размер страницы виртуальной памяти `PAGE_SIZE`: 4 kB

Объем свободной физической памяти в ненагруженной системе `MemFree`: 1470132 kB

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

Эксперимент №1

Подготовительный этап:

Скрипт `mem.bash`:

```
#!/bin/bash
> report.log
declare -i number=0
declare -a array
while true;
do
array+=(1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)
let "output = number % 100000"
number+=1
if [[ $output -eq 0 ]]; then
echo ${#array[@]} >> report.log
fi
done
[user@localhost lab5]$
```

Первый этап:

Записи системного журнала:

```
[ 942.471807] Out of memory: Killed process 1522 (mem.bash) total-vm:2655248kB, anon-rss:1675468kB,  
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000  
[ 942.603197] oom_reaper: reaped process 1522 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss:  
:0kB
```

Последняя строка report.log:

```
31000010
```

```
[user@localhost lab5]$ _
```

Скрипт-шпион за памятью и процессами:

```
#!/bin/bash  
>report.txt  
>freemem.txt  
>freeswap.txt  
while true; do  
  
check=$(top -b -n 1 | grep "mem.bash")  
  
if [[ -n "$check" ]]; then  
Date=$(date +%X)  
echo "Date: $Date" >> report.txt  
echo "MemoryInfo:" >> report.txt  
mem=$(top -b -n 1 | head -n 5 | tail -n 2)  
echo $mem >> report.txt  
echo "$mem" | head -n 1 | awk '{print $6}' >> freemem.txt  
echo "$mem" | tail -n 1 | awk '{print $5}' >> freeswap.txt  
echo "mem.bash process:" >> report.txt  
echo "$check" >> report.txt  
echo "First five processes:" >> report.txt  
top -b -n 1 | head -n 12 | tail -n 5 >> report.txt  
echo -e "\n" >> report.txt  
else  
exit  
fi  
sleep 1s  
done
```

Фрагмент отчета работы шпиона report.txt:

```
Date: 06:22:31 PM
MemoryInfo:
MiB Mem : 1827.1 total, 718.8 free, 1021.6 used, 86.7 buff/cache MiB Swap: 820.0 total, 737.0 free,
83.0 used. 688.9 avail Mem
mem.bash process:
 2519 user      20    0 1159424 939860   2924 R   94.1  50.2   0:27.62 mem.bash
First five processes:
 2519 user      20    0 1171040 951740   2924 R   77.8  50.9   0:27.97 mem.bash
   1 root       20    0 179332  5372    3804 D    0.0   0.3   0:01.61 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

Date: 06:22:32 PM
MemoryInfo:
MiB Mem : 1827.1 total, 657.6 free, 1074.0 used, 95.4 buff/cache MiB Swap: 820.0 total, 737.7 free,
82.3 used. 632.0 avail Mem
mem.bash process:
 2519 user      20    0 1208528 988964   2924 R   72.2  52.9   0:29.09 mem.bash
First five processes:
 2519 user      20    0 1220936 978.2m   2924 R   82.4  53.5   0:29.46 mem.bash
2799 user      20    0  234216   5104   3240 R    5.9   0.3   0:00.03 bash
   1 root       20    0 179332  6476    4060 S    0.0   0.3   0:01.62 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

Date: 06:22:34 PM
MemoryInfo:
```

Записи системного журнала:

```
[ 4432.996926] Out of memory: Killed process 2519 (mem.bash) total-vm:2654720kB, anon-rss:1682332kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 4433.213083] oom_reaper: reaped process 2519 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss:
:0kB
```

Последняя строка report.log:

```
31000010
[user@localhost lab5]$ _
```

Второй этап:

Скрипт mems.sh

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

Скрипт-шпион за памятью и процессами:

```
#!/bin/bash
>report2.txt
>freemem2.txt
>freeswap2.txt
while true; do

check=$(top -b -n 1 | grep "mem[2]*.bash")

if [[ -n "$check" ]]; then
Date=$(date +%X)
echo "Date: $Date" >> report2.txt
echo "MemoryInfo:" >> report2.txt
mem=$(top -b -n 1 | head -n 5 | tail -n 2)
echo $mem >> report2.txt
echo "$mem" | head -n 1 | awk '{print $6}' >> freemem2.txt
echo "$mem" | tail -n 1 | awk '{print $5}' >> freeswap2.txt
echo "mem.bash process:" >> report2.txt
echo "$check" >> report2.txt
echo "First five processes:" >> report2.txt
top -b -n 1 | head -n 12 | tail -n 5 >> report2.txt
echo -e "\n" >> report2.txt
else
exit
fi
sleep 1s
done
```

Результат работы шпиона: фрагмент report2.txt

```
Date: 06:51:03 PM
MemoryInfo:
MiB Mem : 1827.1 total, 1075.4 free, 671.9 used, 79.8 buff/cache MiB Swap: 820.0 total, 734.0 free,
86.0 used. 1041.9 avail Mem
mem.bash process:
 3364 user      20   0 510644 291248    2952 R   50.0  15.6   0:08.87 mem.bash
 3365 user      20   0 510512 290928    2900 R   50.0  15.6   0:08.87 mem2.bash
First five processes:
 3364 user      20   0 518036 298640    2952 R   50.0  16.0   0:09.09 mem.bash
 3365 user      20   0 517508 298056    2900 R   50.0  15.9   0:09.08 mem2.bash
   1 root       20   0 179332   3008     2212 S    0.0   0.2   0:01.62 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

Date: 06:51:04 PM
MemoryInfo:
MiB Mem : 1827.1 total, 1023.1 free, 724.2 used, 79.8 buff/cache MiB Swap: 820.0 total, 734.0 free,
86.0 used. 989.6 avail Mem
mem.bash process:
 3365 user      20   0 536780 317328    2900 R   47.1  17.0   0:09.69 mem2.bash
 3364 user      20   0 537176 317648    2952 R   41.2  17.0   0:09.68 mem.bash
First five processes:
 3364 user      20   0 545096 325568    2952 R   42.1  17.4   0:09.93 mem.bash
 3365 user      20   0 544436 324984    2900 R   42.1  17.4   0:09.92 mem2.bash
   1 root       20   0 179332   3008     2212 S    0.0   0.2   0:01.62 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
```

Записи системного журнала:

```
[ 6157.755023] Out of memory: Killed process 3365 (mem2.bash) total-vm:1444016kB, anon-rss:847088kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 6157.814283] oom_reaper: reaped process 3365 (mem2.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rs
s:0kB
[ 6198.817130] [ 3364] 1000 3364 662822 419907 4943872 187351 0 mem.bash
[ 6198.818374] Out of memory: Killed process 3364 (mem.bash) total-vm:2651288kB, anon-rss:1679628kB,
file-rss:0kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 6198.962737] oom_reaper: reaped process 3364 (mem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-rss
:0kB
```

Последняя строка report.log:

```
31000010
[user@localhost lab5]$_
```

Последняя строка report2.log:

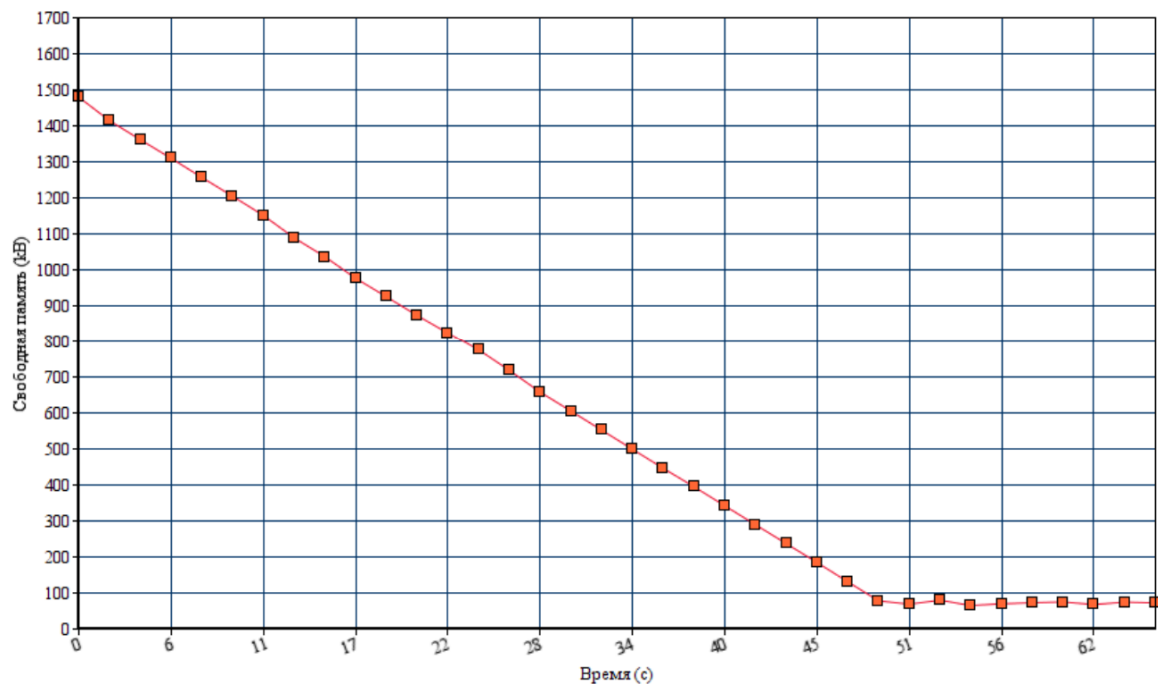
```
15000010
[user@localhost lab5]
```

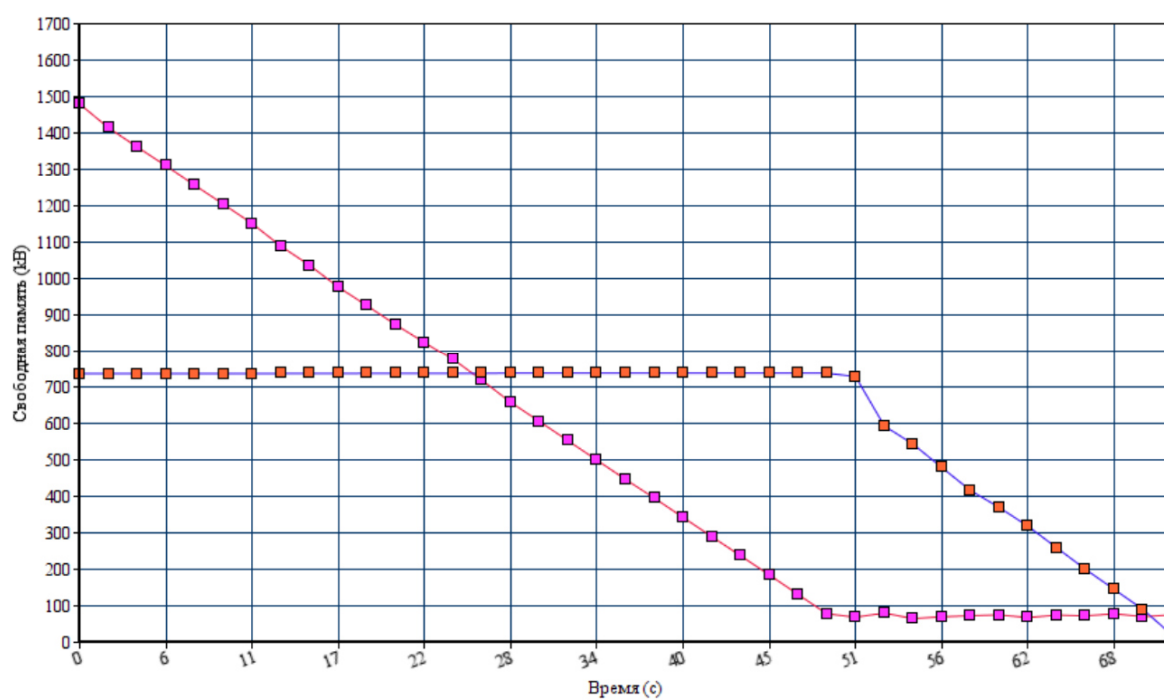
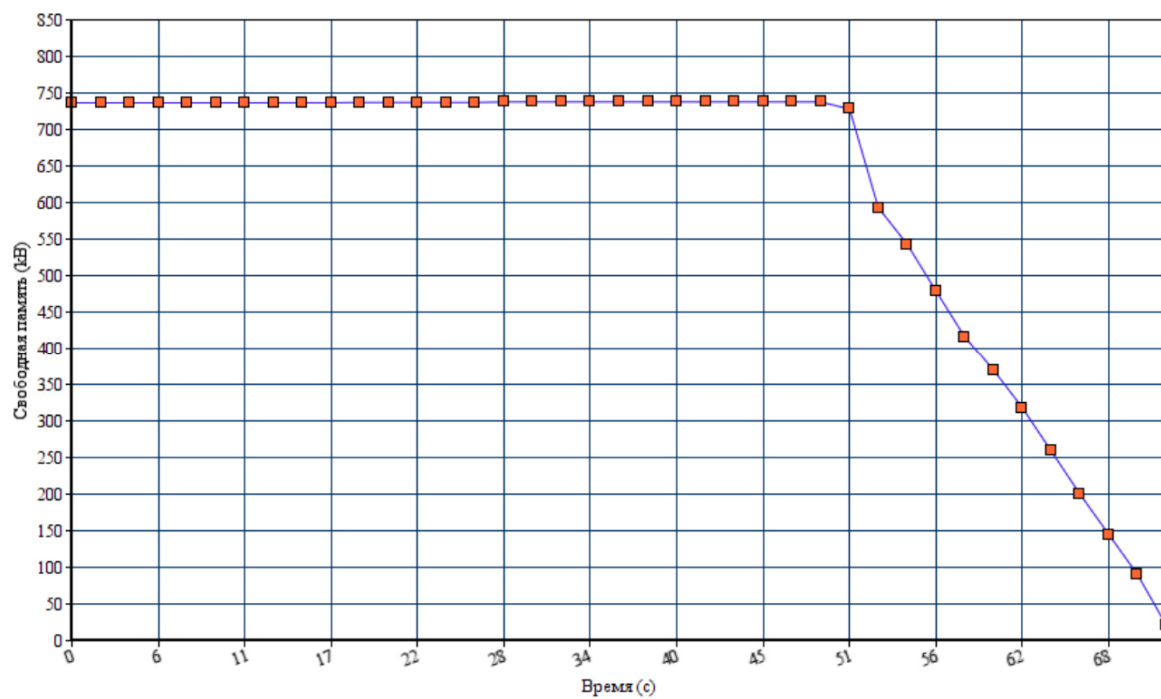
Обработка:

Первый этап:

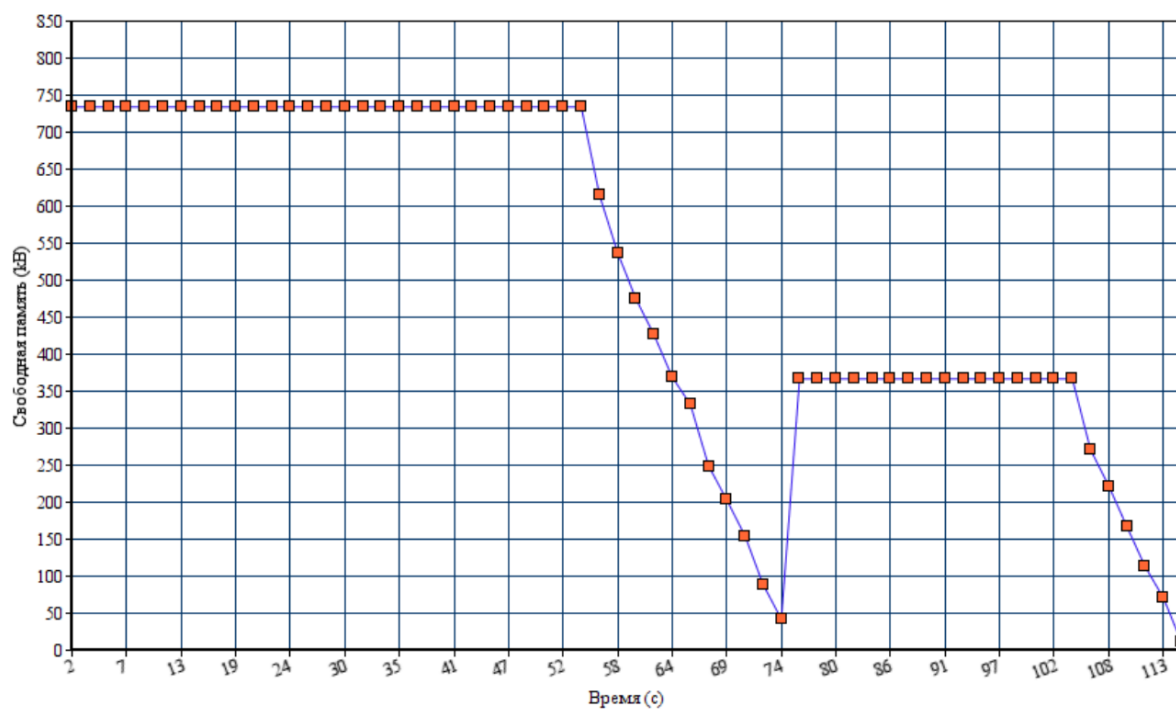
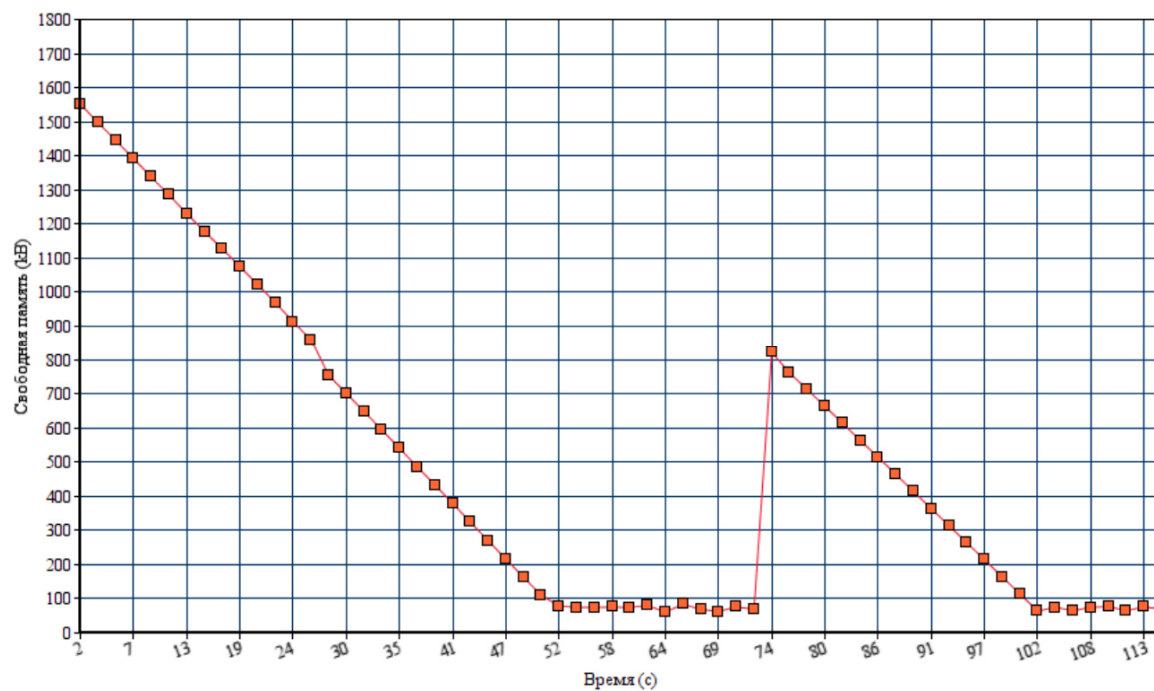
Красный – Memfree

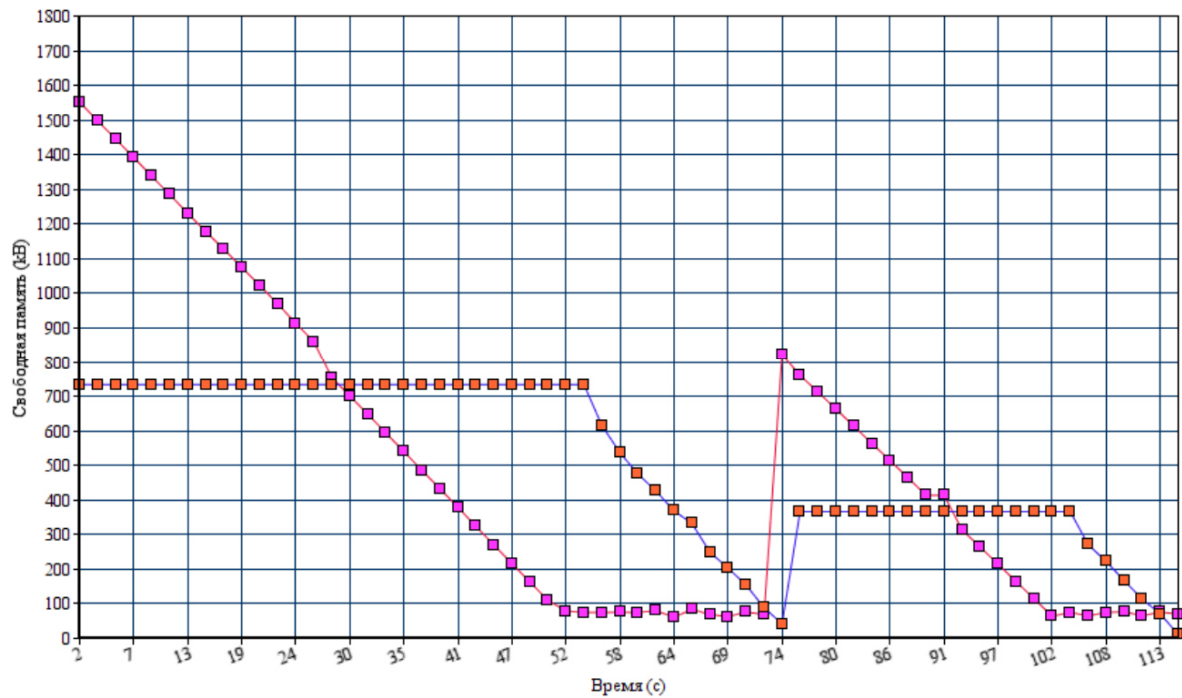
Синий – Swapfree





Второй этап:





Вывод:

В начале каждого этапа используется лишь физическая память Mem, как только она рискует закончиться начинает использоваться память подкачки Swap (в 1 этапе на 51 секунде, во втором на 55 и 105). Как только память подкачки заканчивается процесс аварийно завершается.

Во втором этапе память для процессов делится примерно поровну, как только память подкачки закончилась, один процесс завершился аварийно, и тогда освободилась половина памяти, которую начал использовать оставшийся процесс.

Эксперимент №2

Подготовительный этап:

Скрипт newmem.bash, ограничивающийся параметром N(\$1):

```
#!/bin/bash
declare -a array
while true;
do
array+=(1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)
if [[ ${#array[@]} -gt $1 ]]; then
exit
fi
done
```

Основной этап:

Скрипт, запуска go.sh запускающий K (\$2) newmem.bash с параметром N(\$1):

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

Аварийный размер массива: 31000010

Проверим при N= 3100001 и K=10

```
[user@localhost lab5]$ ./go.sh 3100001 10
[user@localhost lab5]$ dmesg | grep "newmem.bash"
[user@localhost lab5]$ _
```

Аварийной остановки не было:

Проверим при N= 3100001 и K=30

```

[ 189.637387] newmem.bash invoked oom-killer: gfp_mask=0x6280ca(GFP_HIGHUSER_MOVABLE|__GFP_ZERO), n
odemask=(null), order=0, oom_score_adj=0
[ 189.638058] newmem.bash cpuset=/ mems_allowed=0
[ 189.638256] CPU: 0 PID: 1477 Comm: newmem.bash Kdump: loaded Tainted: G
r- 4.18.0-193.el8.x86_64 #1
[ 189.667433] [ 1461] 1000 1461 111359 10406 524288 37538 0 newmem.bash
[ 189.667682] [ 1463] 1000 1463 99380 16036 421888 27767 0 newmem.bash
[ 189.667926] [ 1465] 1000 1465 94001 15996 385024 22397 0 newmem.bash
[ 189.668440] [ 1468] 1000 1468 90305 16176 352256 18519 0 newmem.bash
[ 189.668690] [ 1470] 1000 1470 87302 16103 335872 15623 0 newmem.bash
[ 189.668939] [ 1472] 1000 1472 84794 15890 311296 13343 0 newmem.bash
[ 189.669232] [ 1475] 1000 1475 82748 16118 290816 11053 0 newmem.bash
[ 189.669477] [ 1477] 1000 1477 81131 16226 274432 9448 0 newmem.bash
[ 189.669712] [ 1479] 1000 1479 79943 16090 270336 8244 0 newmem.bash
[ 189.670202] [ 1486] 1000 1486 78524 16370 266240 6574 0 newmem.bash
[ 189.670437] [ 1496] 1000 1496 77072 15987 249856 5507 0 newmem.bash
[ 189.670667] [ 1508] 1000 1508 76082 16188 241664 4337 0 newmem.bash
[ 189.671152] [ 1517] 1000 1517 74795 15946 229376 3240 0 newmem.bash
[ 189.671383] [ 1519] 1000 1519 73937 16116 221184 2296 0 newmem.bash
[ 189.671610] [ 1521] 1000 1521 73013 16042 212992 1411 0 newmem.bash
[ 189.671835] [ 1523] 1000 1523 72287 16140 212992 536 0 newmem.bash
[ 189.672092] [ 1525] 1000 1525 71363 15756 204800 0 0 newmem.bash
[ 189.672315] [ 1527] 1000 1527 70505 14916 204800 0 0 newmem.bash
[ 189.672530] [ 1529] 1000 1529 69977 14370 184320 0 0 newmem.bash
[ 189.672743] [ 1531] 1000 1531 68954 13379 176128 0 0 newmem.bash
[ 189.672953] [ 1533] 1000 1533 68063 12452 172032 0 0 newmem.bash
[ 189.673190] [ 1535] 1000 1535 67898 12323 167936 0 0 newmem.bash
[ 189.673398] [ 1537] 1000 1537 67337 11730 163840 0 0 newmem.bash
[ 189.673602] [ 1539] 1000 1539 66776 11197 167936 0 0 newmem.bash
[ 189.673803] [ 1541] 1000 1541 65984 10420 163840 0 0 newmem.bash
[ 189.674001] [ 1543] 1000 1543 65489 9877 163840 0 0 newmem.bash
[ 189.674222] [ 1545] 1000 1545 64730 9150 151552 0 0 newmem.bash
[ 189.674413] [ 1547] 1000 1547 64433 8822 143360 0 0 newmem.bash
[ 189.674601] [ 1549] 1000 1549 63872 8293 143360 0 0 newmem.bash
[ 189.674788] [ 1551] 1000 1551 63311 7722 135168 0 0 newmem.bash
[ 189.674975] Out of memory: Killed process 1461 (newmem.bash) total-vm:445436kB, anon-rss:73064kB,
file-rss:560kB, shmem-rss:0kB, UID:1000
[ 190.593993] oom_reaper: reaped process 1461 (newmem.bash), now anon-rss:0kB, file-rss:0kB, shmem-
rss:0kB

```

Аварийно завершены 17 процессов.

Найдем максимальную N при K=30

При N = 1900000 скрипт успешно работает, при N= 2000000 некоторые процессы аварийно завершаются.

$N_{\max} \approx 1900000$.

Вывод:

Процессы полностью заполняют физическую память и начинают использовать файлы подкачки. Когда они заканчиваются ОС аварийно завершает часть процессов, чтобы освободить память для других. Если памяти для них хватает, они успешно завершают процесс.