

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Факультет безопасности информационных технологий

Дисциплина:
«Операционные системы»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3
«Linpack»

Выполнил:

Рядовой Т.С., студент группы N3252

(подпись)

Проверил:

Чебунин Константин Олегович

(отметка о выполнении)

(подпись)

Санкт-Петербург
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Обычный вариант лабораторной	5
1.1 Задание.....	5
1.2 Скрипт в терминале.....	5
1.3 Ход работы.....	5
1.4 Таблица результатов.....	5
2 Усиленный вариант лабораторной	9
2.1 Задание.....	9
2.2 Ход работы и результаты	9
2.3 Сравнение планировщиков	11
Заключение.....	12
Список использованных источников	13

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы – найти и скомпилировать программу Linpack для оценки производительности (Flops) и протестировать ее при различных режимах работы ОС:

- С различными приоритетами задачи в планировщике;
- С наличием и отсутствием привязки к процессору.

Провести несколько экспериментов и сравнить их результаты по статистическому критерию (3 сигма или другой).

1 ОБЫЧНЫЙ ВАРИАНТ ЛАБОРАТОРНОЙ

1.1 Задание

Протестировать свой компьютер с помощью Linpack.

1.2 Скрипт в терминале

`./linpack` – запуск теста

`sudo nice -n i ./linpack` — запуск с приоритетом *i* (от -20 до 19, -20 – наивысший)

`taskset -c 1 ./linpack` — привязка к определённому процессам

1.3 Ход работы

В ходе работы необходимо:

- Скомпилировать linpack;
- Запускать при различных режимах работы процессора, используя команды из

пункта 1.2.

При запуске кода программа тестировала производительность процессора и измеряла количество KFlops (также был запущен telegram и firefox с 3 вкладками). В большинстве систем это единица измеряется в KFlops. Результаты тестирования представлены в Таблице 1. Далее по заданию необходимо было провести тесты и сравнить их по правилу 3 сигм и другим статистическим критериям (математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратичное отклонение). По правилу «трёх сигм», 97-99% значений должны лежать при нормальном распределении в диапазоне не больше трехкратного среднее квадратичного отклонения от математического ожидания. Результаты подсчётов указаны в Таблице 2. В необходимый диапазон попали все значения.

1.4 Таблица результатов

Таблица 1 – Результаты

		KFlops				
	Reps	512	1024	2048	4096	8192
nice	-20	695333	695667	690208	690667	683333
	-10	685000	688333	684000	677200	673666
	0	530666	531000	565333	693333	688666
	10	689133	685500	690667	6838333	673167
	19	693833	668667	682800	677100	686367
taskset	3	692749	692510	694053	694211	663319

```

fedora > tryadovoi ~/linpack
./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.85	89.90%	2.82%	7.27%	444897.193
512	1.70	89.91%	2.82%	7.27%	445430.423
1024	3.41	89.90%	2.83%	7.27%	445329.852
2048	6.11	90.10%	2.82%	7.08%	495553.401
4096	8.84	89.91%	2.82%	7.27%	686524.451
8192	17.67	89.91%	2.82%	7.27%	686428.863

Рисунок 1 – Без приоритета (обычный запуск)

```

root@fedora:/home/tryadovoi/linpack# nice -n -20 ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.55	89.82%	2.82%	7.36%	695887.172
512	1.09	89.81%	2.82%	7.36%	696057.323
1024	2.18	89.81%	2.82%	7.37%	696227.557
2048	4.36	89.81%	2.82%	7.37%	695861.174
4096	8.83	89.73%	2.83%	7.44%	688159.415
8192	17.60	89.76%	2.84%	7.40%	690245.631

Рисунок 2 – Приоритет «-20»

```

root@fedora:/home/tryadovoi/linpack# nice -n -10 ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.55	89.80%	2.82%	7.38%	690010.251
512	1.10	89.78%	2.83%	7.39%	690804.749
1024	2.20	89.79%	2.83%	7.38%	690745.709
2048	4.43	89.77%	2.84%	7.39%	684980.971
4096	8.85	89.80%	2.83%	7.38%	686358.007
8192	17.78	89.80%	2.82%	7.38%	683027.411

Рисунок 3 – Приоритет «-10»

```

root@fedora:/home/tryadovoi/linpack# nice -n 10 ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.55	89.80%	2.83%	7.37%	695679.246
512	1.09	89.80%	2.82%	7.38%	695058.961
1024	2.18	89.80%	2.83%	7.38%	695574.641
2048	4.37	89.80%	2.82%	7.37%	695420.201
4096	8.74	89.79%	2.83%	7.38%	694527.151
8192	17.60	89.77%	2.83%	7.40%	690417.991

Рисунок 4 – Приоритет «10»

```

root@fedora:/home/tryadovoi/linpack# nice -n 19 ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.55	89.76%	2.83%	7.41%	694339.662
512	1.09	89.78%	2.83%	7.39%	693927.835
1024	2.18	89.80%	2.83%	7.37%	695275.797
2048	4.37	89.80%	2.82%	7.38%	695052.777
4096	8.86	89.69%	2.85%	7.46%	686315.717
8192	17.62	89.75%	2.83%	7.42%	689491.334

Рисунок 5 – Приоритет «19»

```

root@fedora:/home/tryadovoi/linpack# taskset -c 3 ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.55	89.81%	2.83%	7.37%	692749.877
512	1.10	89.78%	2.83%	7.38%	692510.399
1024	2.19	89.79%	2.84%	7.38%	694053.524
2048	4.37	89.79%	2.83%	7.37%	694478.361
4096	8.75	89.80%	2.83%	7.38%	694211.985
8192	18.34	89.59%	2.88%	7.53%	663319.473

Рисунок 6 – Запуск с привязкой к процессору

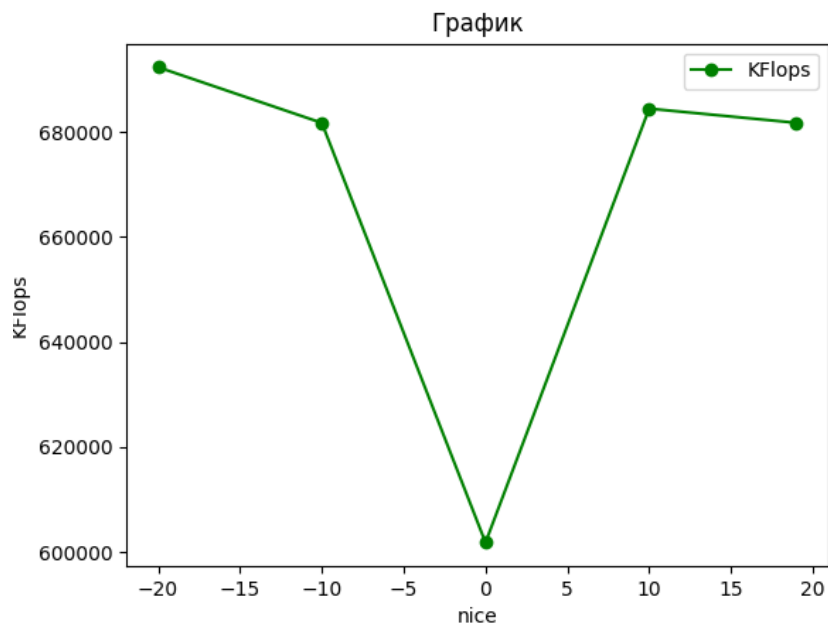


Рисунок 7 – График зависимости производительности от приоритета

Можно отметить, что привязка к ядрам не даёт практического изменения производительности. Самая низкая производительность наблюдается, когда запуск производится с приоритетом 0, те обычный запуск.

Таблица 2 – Результаты

		KFlups				
	Reps	512	1024	2048	4096	8192
nice	-20	695333	695667	690208	690667	683333
	-10	685000	688333	684000	677200	673666
	0	530666	531000	565333	693333	688666
	10	689133	685500	690667	683833	673167
	19	693833	668667	682800	677100	686367
taskset	3	692749	692510	694053	694211	663319
Мат ожидание		658793	653833,4	662601,6	684426,6	681039,8
СКО		64166,6951	62248,07	48886,31	26495,01	23163,55
Попадает значение		ДА	ДА	ДА	ДА	ДА

2 УСИЛЕННЫЙ ВАРИАНТ ЛАБОРАТОРНОЙ

2.1 Задание

Проведем вышеописанную работу, но с разными планировщиками. Приоритет везде нулевой (обычный запуск)

2.2 Ход работы и результаты

```
fedora > tryadovoi ~
cat /sys/block/nvme0n1/queue/scheduler
[none] mq-deadline kyber bfq
fedora > tryadovoi ~
cd linpack
fedora > tryadovoi ~/linpack
./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:
```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.86	89.83%	2.82%	7.34%	443479.603
512	1.72	89.80%	2.83%	7.37%	440298.004
1024	3.53	89.67%	2.90%	7.43%	430059.255
2048	6.83	89.81%	2.82%	7.36%	444373.101
4096	9.55	89.91%	2.81%	7.28%	635064.211
8192	17.97	89.73%	2.85%	7.42%	676387.346

Рисунок 8 – Планировщик None


```

> root@fedora /home/tryadovoi/linpack cat /sys/block/nvme0n1/queue/scheduler
none [mq-deadline] kyber bfq
> root@fedora /home/tryadovoi/linpack ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.86	89.91%	2.83%	7.26%	438820.503
512	1.73	89.90%	2.83%	7.27%	439247.318
1024	3.45	89.89%	2.83%	7.28%	439144.856
2048	6.11	90.14%	2.83%	7.03%	495298.406
4096	8.96	89.90%	2.83%	7.27%	676692.962
8192	17.92	89.90%	2.82%	7.27%	677179.866

Рисунок 9 – Планировщик mq-deadline

```

> root@fedora /home/tryadovoi/linpack cat /sys/block/nvme0n1/queue/scheduler
none mq-deadline [kyber] bfq
> root@fedora /home/tryadovoi/linpack ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.85	89.80%	2.85%	7.35%	445186.760
512	1.71	89.80%	2.84%	7.36%	445007.849
1024	3.41	89.80%	2.84%	7.36%	444495.579
2048	6.07	90.01%	2.83%	7.16%	498806.036
4096	8.85	89.81%	2.84%	7.36%	686078.492
8192	17.71	89.80%	2.84%	7.36%	685636.914

Рисунок 10 – Планировщик kyber

```

> root@fedora /home/tryadovoi/linpack cat /sys/block/nvme0n1/queue/scheduler
none mq-deadline kyber [bfq]
> root@fedora /home/tryadovoi/linpack ./a.out
Memory required: 315K.

LINPACK benchmark, Double precision.
Machine precision: 15 digits.
Array size 200 X 200.
Average rolled and unrolled performance:

```

Reps	Time(s)	DGEFA	DGESL	OVERHEAD	KFLOPS
256	0.85	89.81%	2.83%	7.35%	444694.045
512	1.71	89.79%	2.84%	7.36%	444206.348
1024	3.42	89.80%	2.84%	7.36%	444274.270
2048	5.56	90.04%	2.83%	7.13%	544399.395
4096	8.86	89.81%	2.83%	7.36%	685252.914
8192	17.71	89.81%	2.83%	7.36%	685848.538

Рисунок 11 – Планировщик bfq

2.3 Сравнение планировщиков

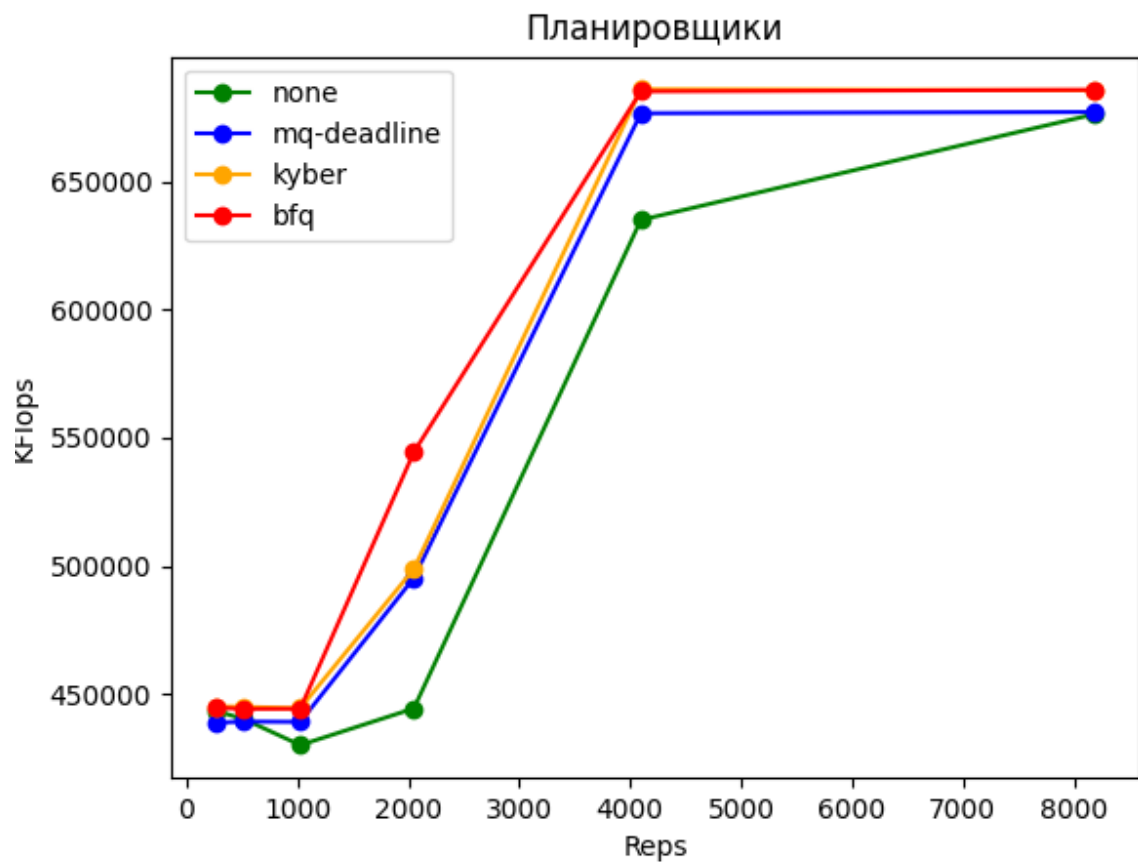


Рисунок 12 – Сравнение планировщиков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения лабораторной работы мне удалось достигнуть поставленных

целей:

- Скомпилировать программу Linpack;
- Запустить ее в различных режимах процессора;
- Сравнить тесты по правилу 3 сигм.

Из проделанной работы в усиленном варианте, можно подчеркнуть, что особой разницы между планировщиками нет. Однако bfq показал себя лучше всех во всех тестах, а pope хуже, хоть и не значительно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://github.com/ereyes01/linpack>