

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

**Отчёт**  
**О выполнении задания №3**

Скрябин Глеб  
323 группа

Москва 2022

# Оглавление

ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ	2
ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА ПРОГРАММЫ	2
ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	3

## Описание задачи

Требуется написать программу с использованием технологий распараллеливания OpenMP для операций суммы и произведения векторов, и умножения матрицы на вектор и их однопоточных вариантов. После чего реализовать CG солвер с многопоточными операциями.

## Описание реализации

Данные хранятся в виде разреженной матрицей, заданной в формате ELLPACK и сгенерированной с использованием трехмерной решетки.

Тестирование программы выполнялось на вычислительной системе Polus. Компиляция проводилась командой `xlc++_r -Wall -Werror -qsmp=omp -std=c++11 -lm main.cpp -o main`. Постановка задачи в очередь проводилась через планировщик IBM Spectrum LSF командой `bsub < ./OMP_job.lsf`. Содержание файла `OMP_job.lsf` имело вид:

```
#BSUB -W 00:15
#BSUB -o "my_job.%J.10000.c4.t8.out"
#BSUB -e "my_job.%J.10000.c4.t8.err"
#BSUB -R "affinity[core(4)]"
OMP_NUM_THREADS=8
/polusfs/lsf/openmp/launchOpenMP.py ./main 10000 8
```

# Полученные результаты

Таблица 1: size = 10.000

значение	2 узла			4 узла		8 узлов		16 узлов
	1 поток	2 потока	4 потока	4 потока	8 потоков	8 потоков	16 потоков	16 потоков
solver total time	0,213236439	0,11305218	0,087129156	0,063448167	0,050389496	0,040650814	0,033306193	0,030258415
iteration count	41	41	41	41	41	41	41	41
dot total time	0,000408452	0,000211649	0,000147474	0,000118243	8,23796E-05	7,64014E-05	6,44269E-05	5,63526E-05
paqb total time	0,000465855	0,000267549	0,00024618	0,000167468	0,000160773	0,000124155	0,000117893	0,000114124
spmv total time	0,002901152	0,001483527	0,001052691	0,000779557	0,000555772	0,000444418	0,000308922	0,000264517
Solution difference	9,6941E-09	9,6941E-09	9,6941E-09	9,6941E-09	9,6941E-09	9,6941E-09	9,6941E-09	9,6941E-09
Slae residual norm	2,3623E-08	2,3623E-08	2,3623E-08	2,3623E-08	2,3623E-08	2,3623E-08	2,3623E-08	2,3623E-08

Таблица 2: size = 100.000

значение	2 узла			4 узла		8 узлов		16 узлов
	1 поток	2 потока	4 потока	4 потока	8 потоков	8 потоков	16 потоков	16 потоков
solver total time	2,830776611	1,475343739	1,152415267	0,82551167	0,663109035	0,492050984	0,414798905	0,33275278
iteration count	55	55	55	55	55	55	55	55
dot total time	0,004051233	0,00203343	0,001430289	0,001040882	0,000729706	0,000541264	0,00039014	0,000314528
paqb total time	0,004689112	0,002632058	0,002423041	0,001676043	0,001604397	0,001165001	0,001149246	0,00095118
spmv total time	0,028651282	0,014506502	0,010528978	0,00766284	0,005569744	0,004181615	0,003130295	0,002431857
Solution difference	1,66838E-08	1,66838E-08	1,66838E-08	1,66838E-08	1,66838E-08	1,66838E-08	1,66838E-08	1,66838E-08
Slae residual norm	3,2259E-08	3,2259E-08	3,2259E-08	3,2259E-08	3,2259E-08	3,2259E-08	3,2259E-08	3,2259E-08

Таблица 3: size = 1.000.000

значение	2 узла			4 узла		8 узлов		16 узлов
	1 поток	2 потока	4 потока	4 потока	8 потоков	8 потоков	16 потоков	16 потоков
solver total time	35,52910149	18,1196735	13,96630297	5,723141519	3,46983328	5,553948565	4,614975338	3,772271316
iteration count	69	69	69	69	69	69	69	69
dot total time	0,040507001	0,020277039	0,01402859	0,010242206	0,007078083	0,005205598	0,003765515	0,002662182
paqb total time	0,047712122	0,025123717	0,022753058	0,013994275	0,013034995	0,009988886	0,00967503	0,008997415
spmv total time	0,285369074	0,143649604	0,103419736	0,073485223	0,053179053	0,038863164	0,028892532	0,021270099
Solution difference	4,39367E-08	4,39367E-08	4,39367E-08	4,39367E-08	4,39367E-08	4,39367E-08	4,39367E-08	4,39367E-08
Slae residual norm	5,13107E-08	5,13107E-08	5,13107E-08	5,13107E-08	5,13107E-08	5,13107E-08	5,13107E-08	5,13107E-08

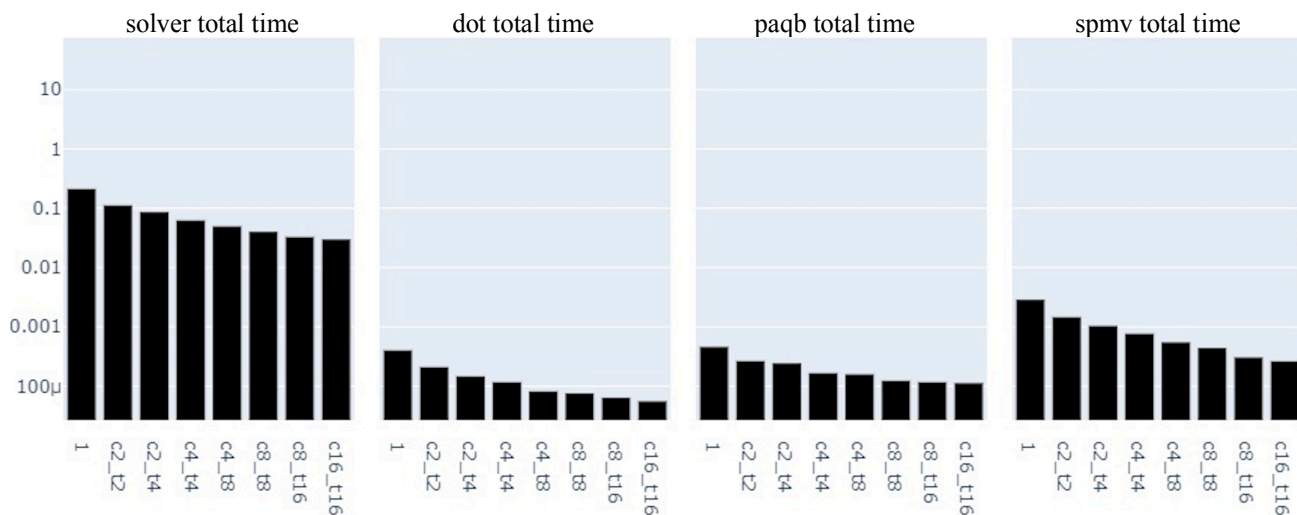


Рис. 1: Время работы, size = 10.000

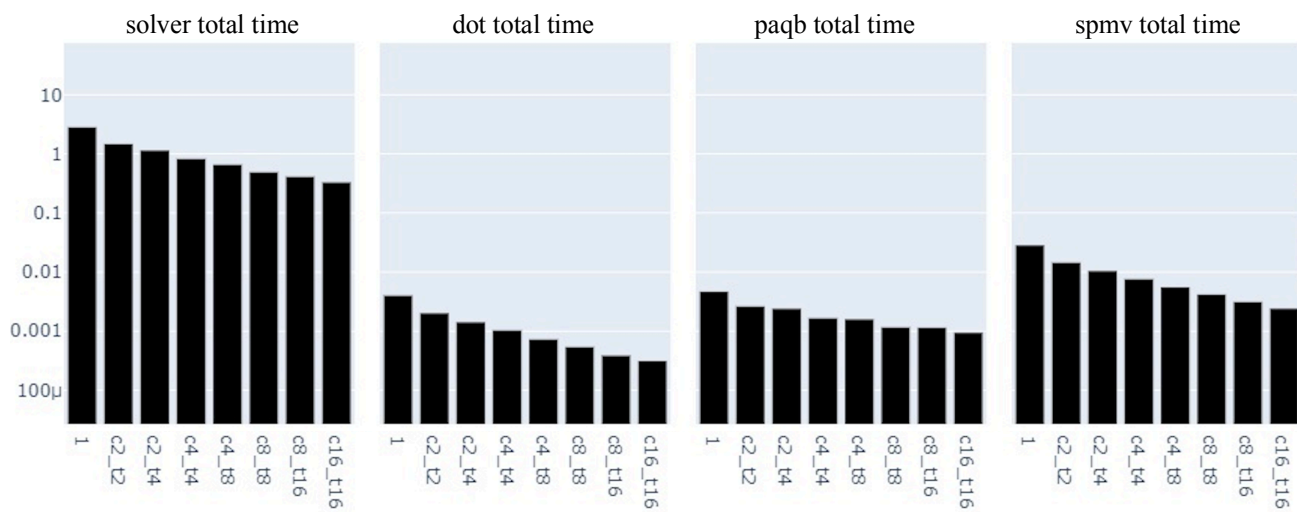


Рис. 2: Время работы, size = 100.000

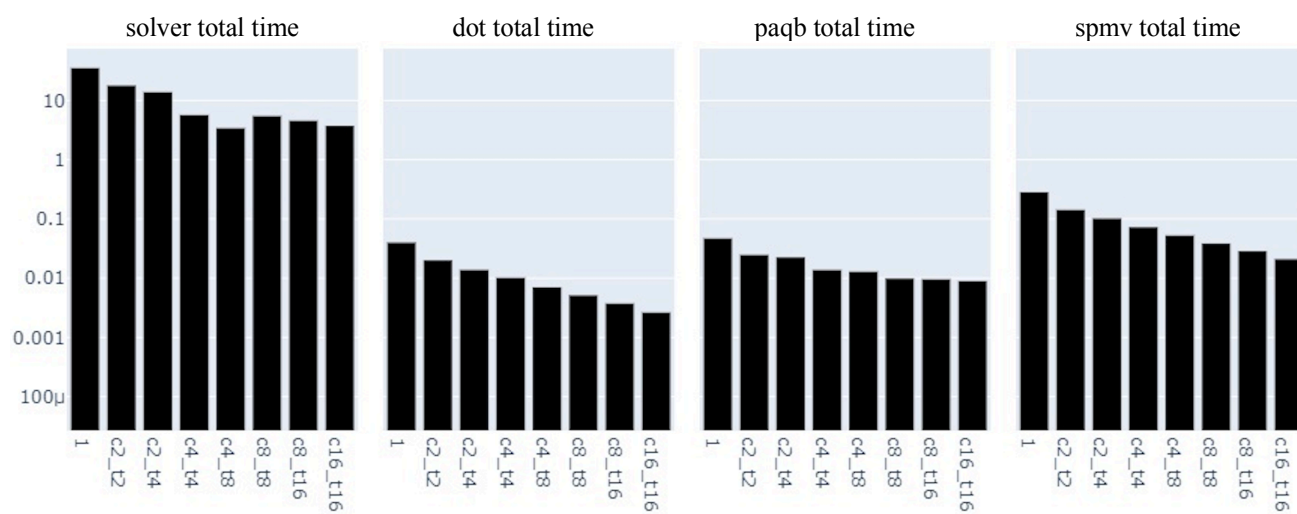


Рис. 3: Время работы, size = 1.000.000

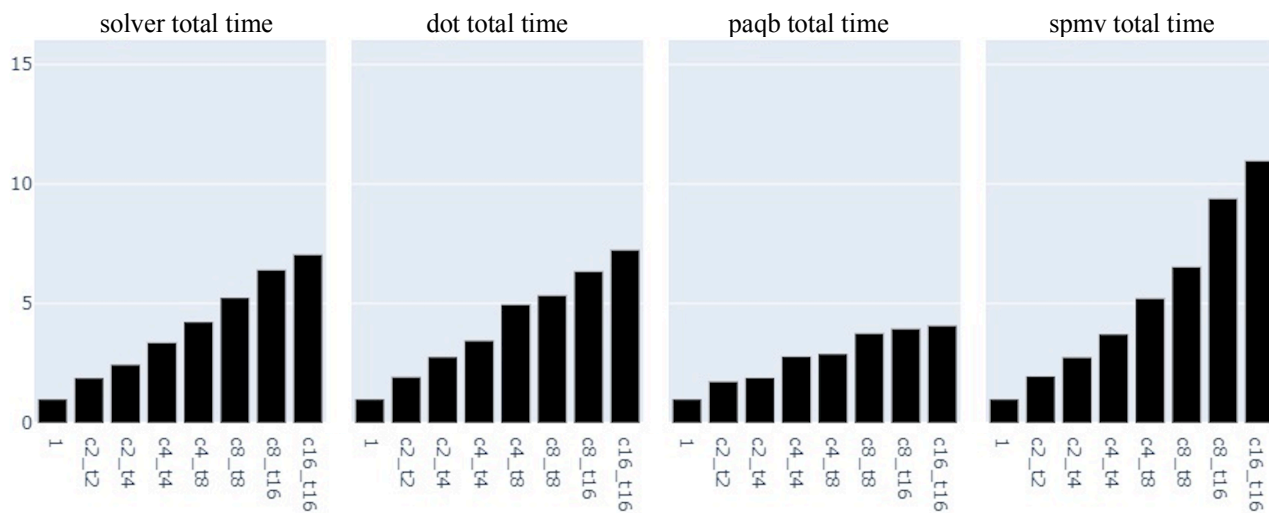


Рис. 4: Параллельное ускорение, size = 10.000

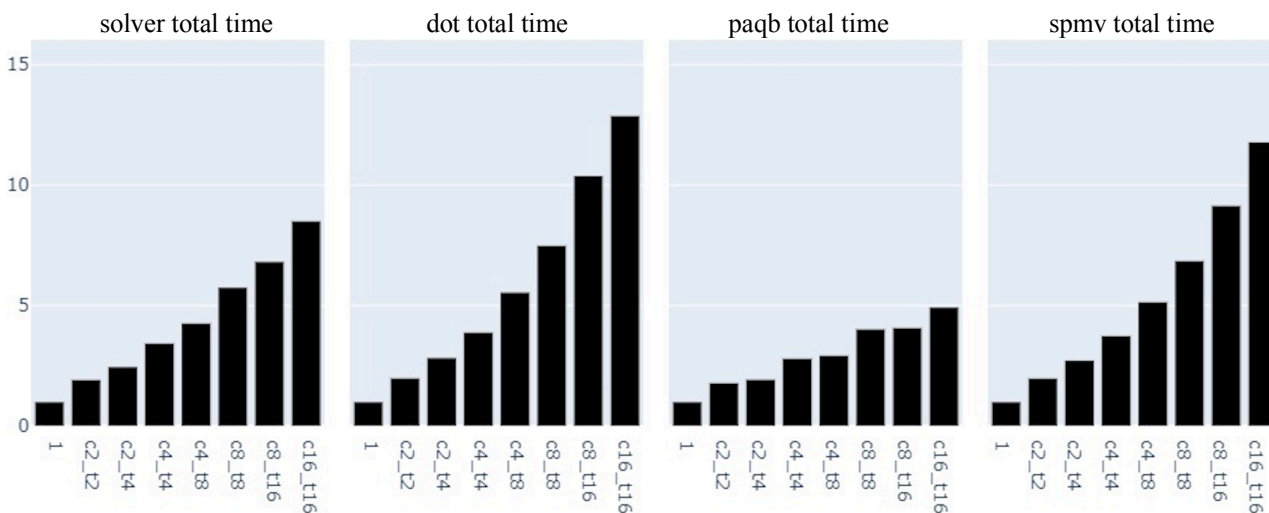


Рис. 5: Параллельное ускорение, size = 100.000

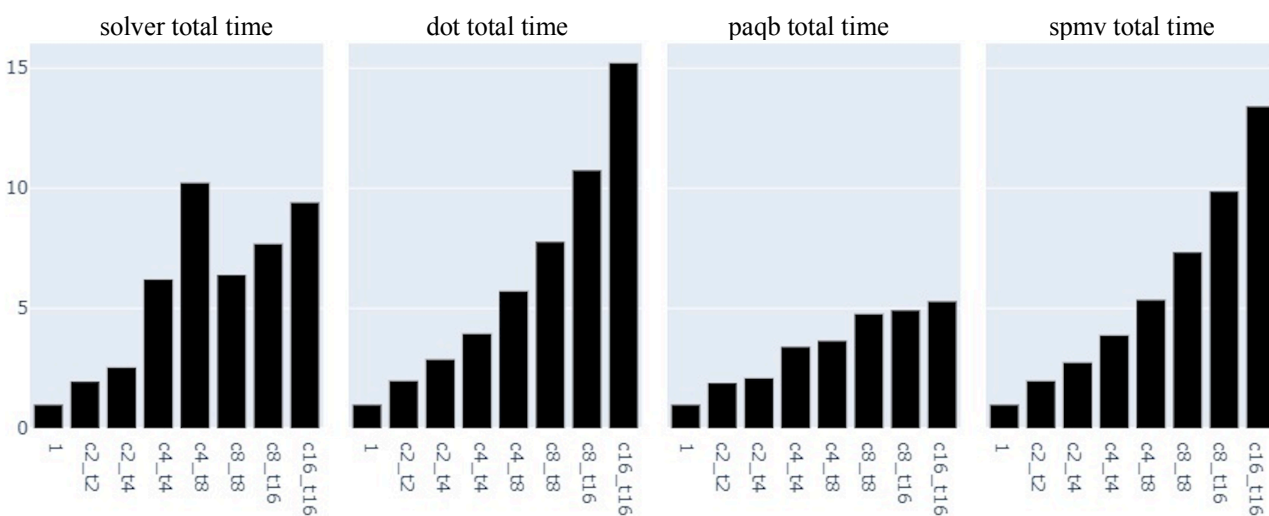


Рис. 6: Параллельное ускорение, size = 1.000.000