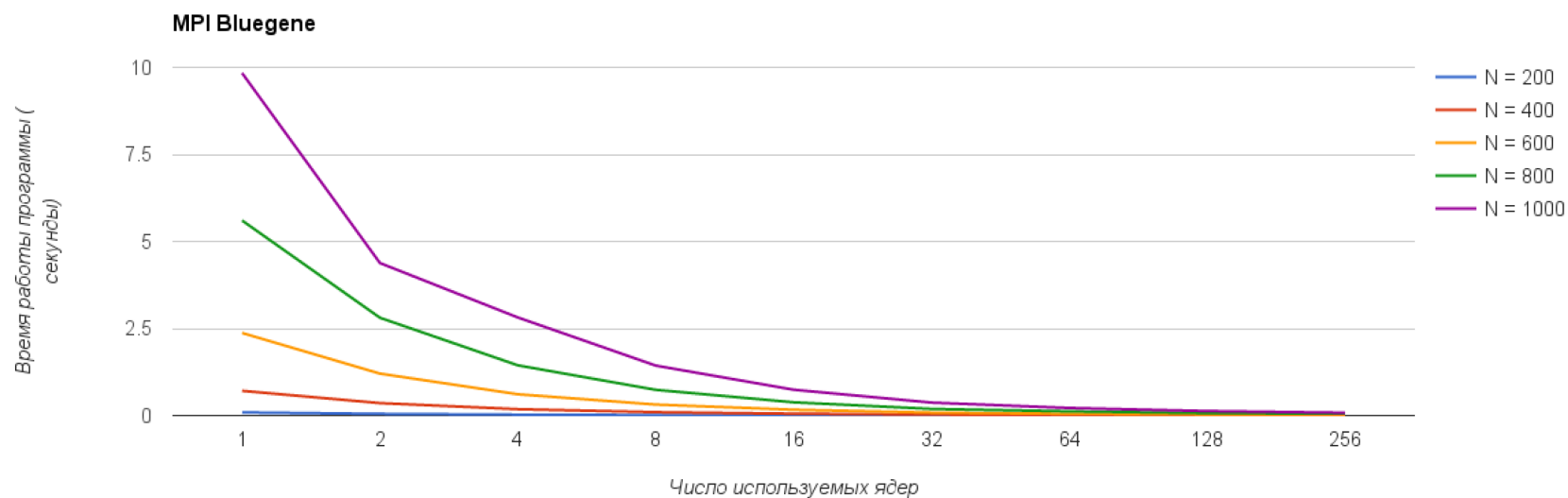


Отчет о выполнении практического задания с использованием технологий OpenMP и MPI на с/к BlueGene и Regatta.											
Выполнил Галков Алексей Вадимович, 320 группа.											
Постановка задачи: Улучшение #16: Разработка параллельной версии программы для перемножения матриц с использованием ленточного алгоритма.											
Описание параллельного алгоритма с использованием технологии MPI:											
1) На первом шаге процесс с рангом 0 инициализирует матрицы a, b, c (выделяет память) и заполняет матрицы a и b значениями, а также инициализирует и заполняет вспомогательные матрицы a_sendcounts, a_displs, b_sendcounts, b_displs, c_sendcounts, c_displs для функций MPI_Scatterv, MPI_Gatherv											
2) Далее процесс с рангом 0 с помощью функции MPI_Scatterv разбивает матрицы a и b на наборы строк (количество наборов равно количеству процессов, участвующих в вычислениях) и рассылает каждому процессу (в том числе и себе) набор строк матрицы a и набор строк матрицы b (матрица b хранится в транспонированном виде для удобства). Поскольку высота матрицы a (аналогично b) может не делиться нацело на количество процессов, то процессы могут содержать разное количество строк матриц a и b, поэтому число элементов, посылаемых каждому процессу, содержится в массивах a_sendcounts и b_sendcounts, а смещение относительно начала данных матриц a и b в массивах a_displs и b_displs.											
3) Далее в цикле с количеством итераций, равным количеству процессов, каждый процесс умножает свои строки матрицы a на имеющиеся на данной итерации у него строки матрицы b, получая элементы матрицы c и сохраняя их в локальном буфере c_gesv. Затем с помощью функции MPI_Sendrecv_replace каждый процесс передает имеющиеся строки матрицы b следующему процессу и получает новые строки матрицы b от предыдущего. Также передается значение переменной b_block_gesv, содержащей количество переданных строк матрицы b, содержащихся в буфере b_gesv. Таким образом по прохождению всех итераций цикла каждый процесс будет содержать заполненный буфер c_gesv, содержащий количество строк матрицы c, равное количеству строк матрицы a, обрабатываемых данным процессом.											
4) По завершении итераций процесс с рангом 0 с помощью функции MPI_Gatherv собирает строки матрицы c из локальных буферов процессов c_gesv и сохраняет их в матрице c.											
Описание параллельного алгоритма с использованием технологии MPI:											
С помощью директивы "#pragma omp parallel for private(i, j, k)" распараллеливается объемлющий цикл по строкам матрицы a.											
При измерениях матрицы A, B, C имеют размер N*N для удобства отображения результатов. Однако в самих программах матрицы не обязательно должны быть квадратными (могут быть прямоугольными).											
Далее следуют результаты измерений времени работы программ с использованием MPI и OpenMP на Bluegene и Regatta, а также графики.											
Если графики не отображаются, то можно посмотреть оригинал отчета по ссылке: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QKHxXEFB7kxUTw9KFuPVVNIxGE7F5G3VR0uPdS8sDH4/edit?usp=sharing											
Отчет получился объемным и заканчивается на строке 359. Ничего не пропустите!											
MPI											
Blue Gene											
N = 200											
Число используемых ядер	Время работы программы (секунды)										
	1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация	6 итерация	7 итерация	8 итерация	9 итерация	10 итерация	Среднее время работы (сек)
1	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954	0,088954
2	0,045016	0,045038	0,04502	0,045016	0,045021	0,045017	0,04502	0,04502	0,045024	0,045021	0,0450213
4	0,023601	0,023608	0,0236	0,023609	0,023609	0,023603	0,023608	0,023603	0,023601	0,023608	0,023605
8	0,011155	0,011185	0,011181	0,011175	0,01123	0,011173	0,011227	0,011147	0,011146	0,011188	0,0111807
16	0,006813	0,006814	0,006851	0,006833	0,006828	0,006814	0,006817	0,006832	0,006813	0,006827	0,0068242
32	0,007572	0,005850	0,007619	0,005879	0,007591	0,005862	0,007423	0,005878	0,007559	0,005862	0,00670925
64	0,008331	0,004886	0,008387	0,004924	0,008354	0,004909	0,008029	0,004923	0,008304	0,004896	0,0065943
128	0,006083	0,006038	0,006061	0,00614	0,006154	0,006054	0,006026	0,006162	0,006164	0,006079	0,0060961
256	0,006334	0,00668	0,006994	0,006843	0,006369	0,006933	0,006835	0,006843	0,006814	0,007027	0,0067672

N =		400													
Число используемых ядер		Время работы программы (секунды)										Среднее время работы (сек)			
		1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация	6 итерация	7 итерация	8 итерация	9 итерация	10 итерация				
1		0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608	0,708608		
2		0,355826	0,355822	0,355825	0,355858	0,355847	0,355827	0,355843	0,35585	0,355844	0,355832	0,3558374	0,3558374		
4		0,181689	0,181692	0,181688	0,181766	0,181764	0,181693	0,181688	0,181732	0,181695	0,181733	0,181714	0,181714		
8		0,095376	0,095318	0,09538	0,095421	0,095303	0,095322	0,095323	0,095367	0,095328	0,09536	0,0953498	0,0953498		
16		0,050833	0,05081	0,050691	0,050766	0,050909	0,050676	0,050855	0,050876	0,050702	0,050673	0,0507791	0,0507791		
32		0,025417	0,025405	0,025346	0,025383	0,025455	0,025338	0,025428	0,025438	0,025351	0,025337	0,02538955	0,02538955		
64		0,019436	0,01791	0,019542	0,017906	0,019501	0,017873	0,019579	0,017924	0,019376	0,018002	0,0187049	0,0187049		
128		0,015756	0,015697	0,015705	0,015829	0,015805	0,015709	0,01568	0,015749	0,015809	0,015869	0,0157608	0,0157608		
256		0,016653	0,016693	0,016736	0,016614	0,016639	0,016713	0,016653	0,016568	0,016795	0,016791	0,0166855	0,0166855		
N =		600													
Число используемых ядер		Время работы программы (секунды)					Среднее время работы (сек)								
		1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация									
1		2,371319	2,371319	2,371319	2,371319	2,371319	2,371319								
2		1,20291	1,203203	1,202917	1,203194	1,20317	1,203079								
4		0,609979	0,609744	0,609735	0,609736	0,609737	0,609786								
8		0,313878	0,313906	0,314073	0,314084	0,314069	0,314002								
16		0,165721	0,165699	0,165825	0,165626	0,165689	0,165712								
32		0,082861	0,0828495	0,082913	0,082813	0,082845	0,082856								
64		0,04985	0,049573	0,049859	0,049539	0,04953	0,049670								
128		0,0328	0,032957	0,032892	0,032915	0,032853	0,032883								
256		0,031199	0,031121	0,031146	0,031309	0,031339	0,031223								
N =		800													
Число используемых ядер		Время работы программы (секунды)					Среднее время работы (сек)								
		1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация									
1		5,602099	5,602100	5,602099	5,602099	5,602099	5,602099								
2		2,807807	2,807841	2,807573	2,807594	2,807646	2,807692								
4		1,440728	1,440859	1,44086	1,440858	1,440727	1,440806								
8		0,737056	0,737085	0,737072	0,736979	0,736951	0,737029								
16		0,378288	0,378261	0,378433	0,378282	0,378202	0,378293								
32		0,189144	0,1891305	0,189217	0,189141	0,189101	0,189147								
64		0,118132	0,118051	0,118541	0,118105	0,118293	0,118224								
128		0,069797	0,069876	0,069861	0,069824	0,069908	0,069853								
256		0,055801	0,05575	0,055731	0,055862	0,055712	0,055771								
N =		1000													
Число используемых ядер		Время работы программы (секунды)					Среднее время работы (сек)								
		1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация									
1		10,927253	10,927252	5,474135	10,927252	10,927252	9,836629								
2		5,474091	5,4741		5,474079	5,473666	4,379187								
4		2,815938	2,815754	2,815943	2,815729	2,815753	2,815823								

8	1,433049	1,432945	1,433184	1,433299	1,433459	1,433187
16	0,740258	0,740069	0,740274	0,740205	0,740093	0,740180
32	0,370129	0,3700345	0,370137	0,3701025	0,370047	0,370090
64	0,215882	0,214815	0,215844	0,214612	0,216056	0,215442
128	0,126726	0,126686	0,126821	0,126743	0,126651	0,126725
256	0,079308	0,079302	0,079311	0,07949	0,079282	0,079339



N =		400																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
-----	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

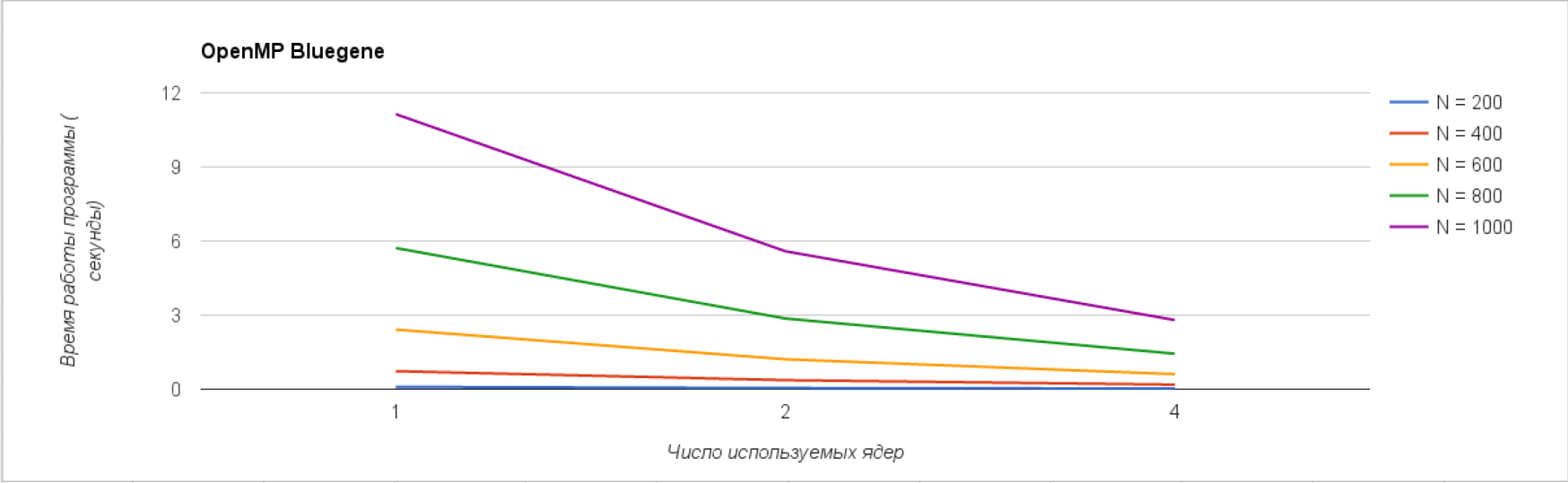
N =	600							
Число используемых ядер	Время работы программы (секунды)					Среднее время работы (сек)		
	1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация			
1	6,298718	6,255792	6,244229	6,272504	6,263899	6,267028		
2	3,152569	3,510222	3,425904	3,153724	3,187997	3,286083		
4	1,622917	1,607554	1,594107	1,595342	1,602051	1,604394		
8	0,85978	0,846837	0,835835	0,938491	0,829323	0,862053		
16	0,584605	0,539844	0,506621	0,492474	0,53707	0,532123		

[illegible][illegible]

	Число используемых ядер				
	1	2	4	8	16
N = 200	0,249217	0,130990	0,088253	0,062907	0,126286
N = 400	1,868534	0,947252	0,490384	0,296369	0,254986
N = 600	6,267028	3,286083	1,604394	0,862053	0,532123
N = 800	14,838370	7,467019	3,780580	1,928200	1,071736
N = 1000	49,846547	25,013032	12,582958	6,382646	3,304593

	4	1,437655	1,437659	1,437658	1,437656	1,437658	1,437657
N =	1000						
Число используемых ядер	Время работы программы (секунды)					Среднее время работы (сек)	
	1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация		
1	11,138842	11,138839	11,138841	11,138843	11,138841	11,138841	
2	5,58728	5,587279	5,587282	5,58728	5,58728	5,587280	
4	2,800424	2,800463	2,800423	2,800469	2,800467	2,800449	

		Число используемых ядер		
		1	2	4
	N = 200	0,093192	0,047350	0,025116
	N = 400	0,728860	0,365863	0,184816
	N = 600	2,413879	1,212154	0,609105
	N = 800	5,717050	2,862403	1,437657
	N = 1000	11,138841	5,587280	2,800449



OpenMP							
Regatta							
N =	200						
Число используемых ядер	Время работы программы (секунды)					Среднее время работы (сек)	
	1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация		
1	0,182022	0,182446	0,182032	0,181719	0,181853	0,182014	
2	0,096077	0,094356	0,094055	0,094067	0,094149	0,094541	
4	0,138147	0,079854	0,061476	0,082832	0,095297	0,091521	
8	0,081074	0,075085	0,056053	0,075602	0,09654	0,076871	
16	0,072978	0,066864	0,072439	0,047966	0,093331	0,070716	

N =	400									
Число используемых ядер	Время работы программы (секунды)						Среднее время работы (сек)			
	1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация					
1	1,431059	1,424491	1,425923	1,435010	1,431889					1,429674
2	0,72844	0,722713	0,727975	0,7677	0,728241					0,735014
4	0,436785	0,446504	0,413868	0,41372	0,418126					0,425801
8	0,319897	0,425088	0,334749	0,277756	0,310302					0,333558
16	0,287155	0,26281	0,263988	0,387441	0,323717					0,305022

[illegible][illegible]

N =	1000									
Число используемых ядер	Время работы программы (секунды)						Среднее время работы (сек)			
	1 итерация	2 итерация	3 итерация	4 итерация	5 итерация					
1	25,068460	25,102734	25,088354	25,077771	25,105506		25,088565			
2	12,611579	12,641692	12,615356	12,614325	12,614475		12,619485			
4	6,456154	6,619452	7,26364	6,569186	6,644402		6,710567			
8	3,951276	3,730372	3,55058	3,58011	3,524019		3,667271			
16	2,224753	2,136662	2,664546	2,242535	2,357082		2,325116			

	Число используемых ядер				
	1	2	4	8	16
N = 200	0,182014	0,094541	0,091521	0,076871	0,070716
N = 400	1,429674	0,735014	0,425801	0,333558	0,305022
N = 600	4,798129	2,439833	1,403653	0,928267	0,648473
N = 800	11,385887	5,732938	3,136385	1,983499	1,260333
N = 1000	25,088565	12,619485	6,710567	3,667271	2,325116

