



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ» (ИУ7)

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Дисциплина: Программирование параллельных процессов

Студент

ИУ7-31М

(Группа)

(Подпись, дата)

Е.В. Брянская

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

А.П. Ковтушенко

(И.О. Фамилия)

Москва, 2023

Постановка задачи

Разработать процедуру быстрой сортировки. Обосновать проектное решение (выбор алгоритма). Обеспечить равномерную загрузку процессоров. Результат вынести в текстовый файл построчно.

Исследовать зависимость времени счета от размерности задачи и количества процессоров.

Способы реализации

Ключевые моменты алгоритма быстрой сортировки:

1. на очередном шаге выбирается опорный элемент — им может быть любой элемент массива;
2. все остальные элементы массива сравниваются с опорным и те, которые меньше него, ставятся слева от него, а которые больше или равны — справа;
3. для двух получившихся блоков массива (меньше опорного, и больше либо равны опорному) производится точно такая же операция — выделяется опорный элемент и всё идёт точно так же, пока в блоке не останется один элемент.

С привлечением MPI возможны следующие реализации данного алгоритма.

1 способ.

0 узел рассылает всем остальным узлам исходный массив.

Все узлы делятся на подгруппы, которые в свою очередь входят в другие подгруппы более высокого уровня, например, каждый из узлов входит в подгруппу из одного узла, которые входят в подгруппу из двух, и так далее. В каждой подгруппе выделяется лидер.

0 узел производит одну итерацию быстрой сортировки и отправляет лидеру старшей подгруппы часть массива, которая расположена правее опорной точки, после этого снова выполняет сортировку и отправку правой части массива, но уже подгруппе уровня ниже предыдущего. Так продолжается до

тех пор, пока число элементов в подгруппе не дойдёт до 1, то есть 0 узел остаётся единственным представителем, в таком случае, выполняется финальная итерация быстрой сортировки.

Аналогичные действия происходят и на других узлах, после получения своей части массива.

2 способ

Исходный массив разделяется на примерно равные части по числу доступных процессоров. Далее 0 узел рассылает каждому из них соответствующие им части массива.

Каждый из узлов, получив свою часть массива, производит сортировку и отправляет его 0 узлу, который сливает свой массив с тем, что получил от очередного процессора.

3 способ

Модификация 2 способа, отличие в том, что отсортированные части массива узлы сливают попарно, а не отправляют всё 0 узлу.

Результаты

Были проведены замеры времени по следующим параметрам:

- число узлов – 1, 2, 4, 8, 10;
- размер массива – 1000, 10 000, 100 000, 1 000 000, 10 000 000, 100 000 000.

Результаты представлены в таблице ниже.

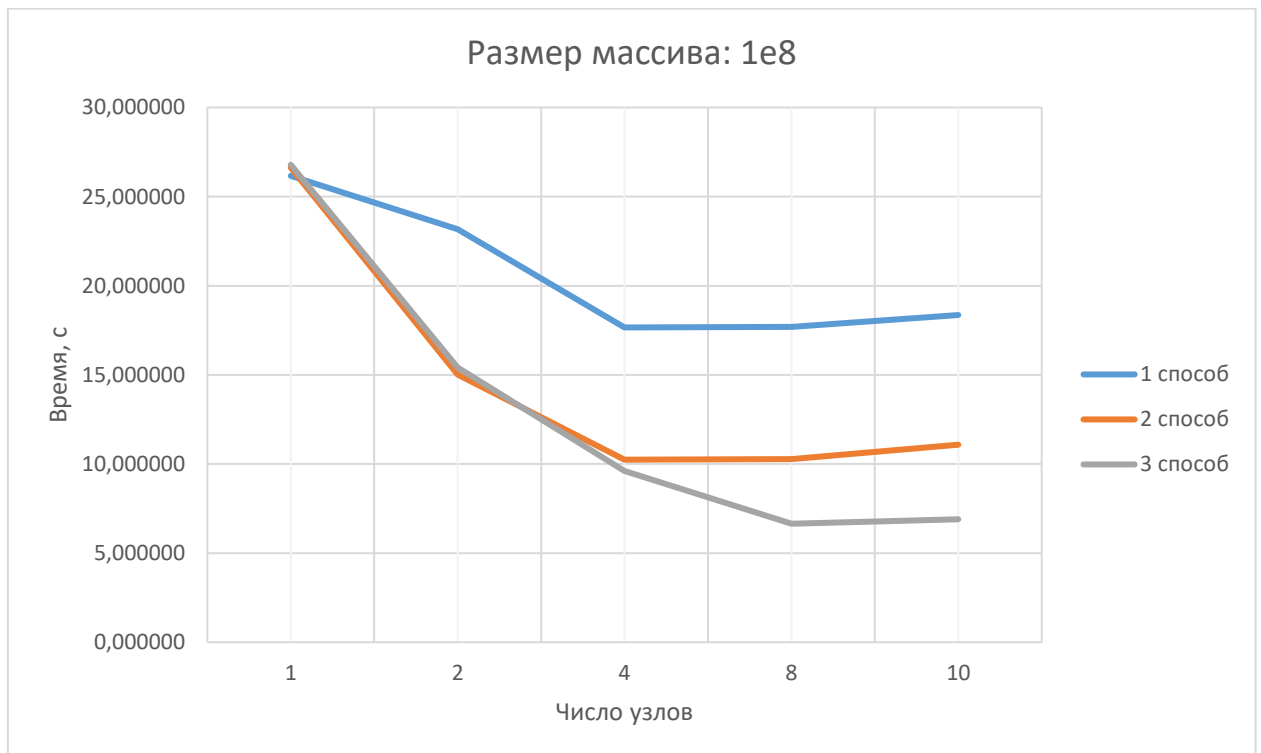
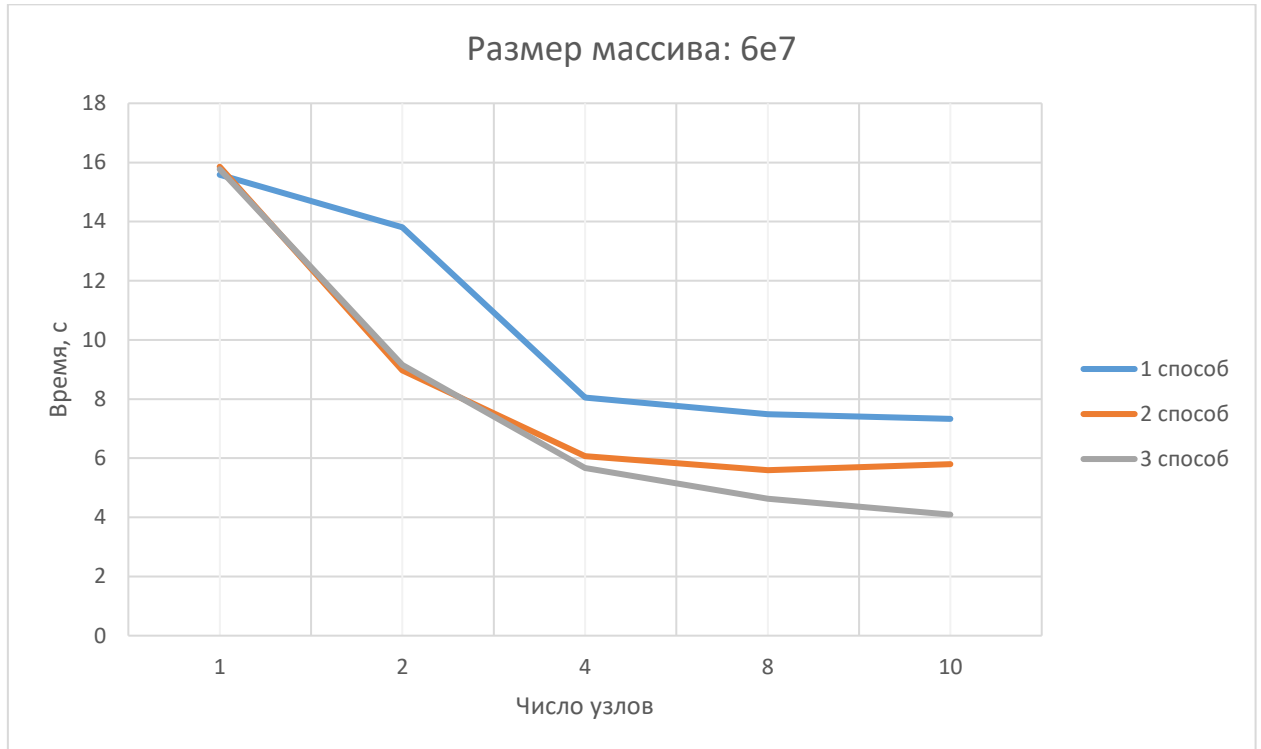
Простая реализация			1 способ Cast, итеративное разделение массива			2 способ Каждый узел по фрагменту массива, сливает 0 узел			3 способ 2 способ + попарное слияние подмассивов		
Число узлов	Размер массива	Время, с	Число узлов	Размер массива	Время, с	Число узлов	Размер массива	Время, с	Число узлов	Размер массива	Время, с
1	1,00E+03	0,000134	1	1,00E+03	0,000124	1	1,00E+03	0,000127	1	1,00E+03	0,000120
	1,00E+04	0,002508		1,00E+04	0,001556		1,00E+04	0,001544		1,00E+04	0,001499
	1,00E+05	0,018430		1,00E+05	0,018149		1,00E+05	0,018762		1,00E+05	0,018414
	1,00E+06	0,232421		1,00E+06	0,206677		1,00E+06	0,220227		1,00E+06	0,215197
	1,00E+07	2,540060		1,00E+07	2,434754		1,00E+07	2,486289		1,00E+07	2,465110
	4,00E+07	10,270959		4,00E+07	10,154075		4,00E+07	10,437589		4,00E+07	10,411373
	6,00E+07	16,228383		6,00E+07	15,584503		6,00E+07	15,855670		6,00E+07	15,770660
	1,00E+08	27,104227		1,00E+08	26,164843		1,00E+08	26,624076		1,00E+08	26,786284
			2	1,00E+03	0,011356	2	1,00E+03	0,011378	2	1,00E+03	0,011318
				1,00E+04	0,012510		1,00E+04	0,012133		1,00E+04	0,012866
				1,00E+05	0,024822		1,00E+05	0,020749		1,00E+05	0,021212
				1,00E+06	0,195171		1,00E+06	0,134922		1,00E+06	0,138236
				1,00E+07	2,191241		1,00E+07	1,433813		1,00E+07	1,467939
				4,00E+07	8,935597		4,00E+07	5,941506		4,00E+07	6,114605
				6,00E+07	13,811556		6,00E+07	8,974751		6,00E+07	9,157403
				1,00E+08	23,165154		1,00E+08	15,014164		1,00E+08	15,420049
			4	1,00E+03	0,021881	4	1,00E+03	0,031686	4	1,00E+03	0,032779
				1,00E+04	0,021862		1,00E+04	0,032034		1,00E+04	0,033631
				1,00E+05	0,030377		1,00E+05	0,038440		1,00E+05	0,037782
				1,00E+06	0,165307		1,00E+06	0,114217		1,00E+06	0,109340
				1,00E+07	2,069434		1,00E+07	1,017964		1,00E+07	0,958958
				4,00E+07	9,227727		4,00E+07	4,159074		4,00E+07	3,787686
				6,00E+07	8,046086		6,00E+07	6,069553		6,00E+07	5,663826
				1,00E+08	17,661725		1,00E+08	10,242729		1,00E+08	9,610553
			8	1,00E+03	0,032696	8	1,00E+03	0,072052	8	1,00E+03	0,073569
				1,00E+04	0,034939		1,00E+04	0,071992		1,00E+04	0,074436
				1,00E+05	0,032759		1,00E+05	0,076626		1,00E+05	0,078705
				1,00E+06	0,106812		1,00E+06	0,152238		1,00E+06	0,139428
				1,00E+07	1,969279		1,00E+07	0,949020		1,00E+07	0,712671
				4,00E+07	5,612908		4,00E+07	3,711682		4,00E+07	3,518538

			6,00E+07	7,487763			6,00E+07	5,594829			6,00E+07	4,626111
			1,00E+08	17,696990			1,00E+08	10,281099			1,00E+08	6,648949
		10	1,00E+03	0,033358		10	1,00E+03	0,091995		10	1,00E+03	0,092632
			1,00E+04	0,033279			1,00E+04	0,091553			1,00E+04	0,092625
			1,00E+05	0,040896			1,00E+05	0,096811			1,00E+05	0,096196
			1,00E+06	0,112668			1,00E+06	0,180145			1,00E+06	0,145656
			1,00E+07	1,489346			1,00E+07	0,981820			1,00E+07	0,726073
			4,00E+07	5,427860			4,00E+07	3,862866			4,00E+07	2,855161
			6,00E+07	7,329851			6,00E+07	5,800010			6,00E+07	4,091891
			1,00E+08	18,356675			1,00E+08	11,087198			1,00E+08	6,893851

Графики зависимостей

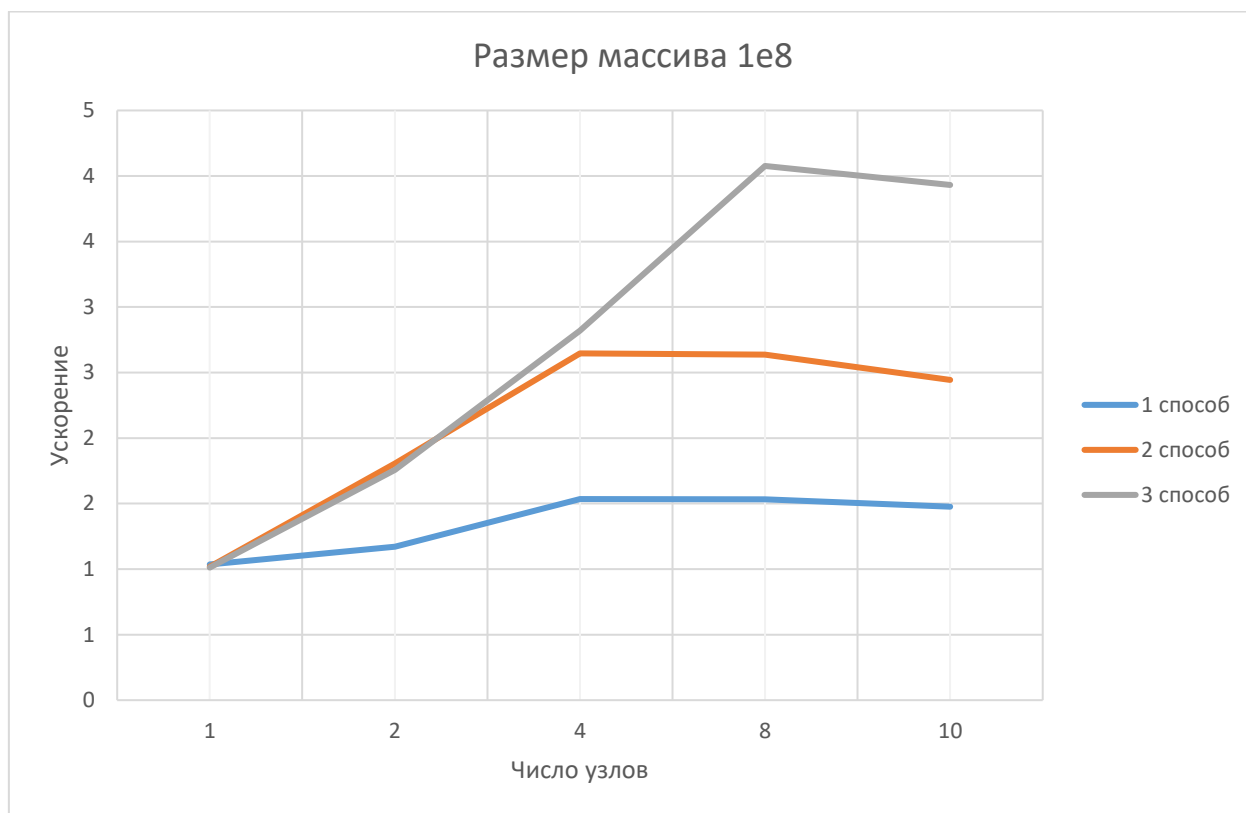
Зависимость времени от количества узлов

Исходя из замеров, можно сделать вывод о том, что целесообразно исследовать показатели только на больших размерах массива. Ниже приведено два графика для $6e7$ и $1e8$ элементов.



Далее будут приведены расчёты только для размера $1e8$.

Ускорение от числа узлов



Эффективность

