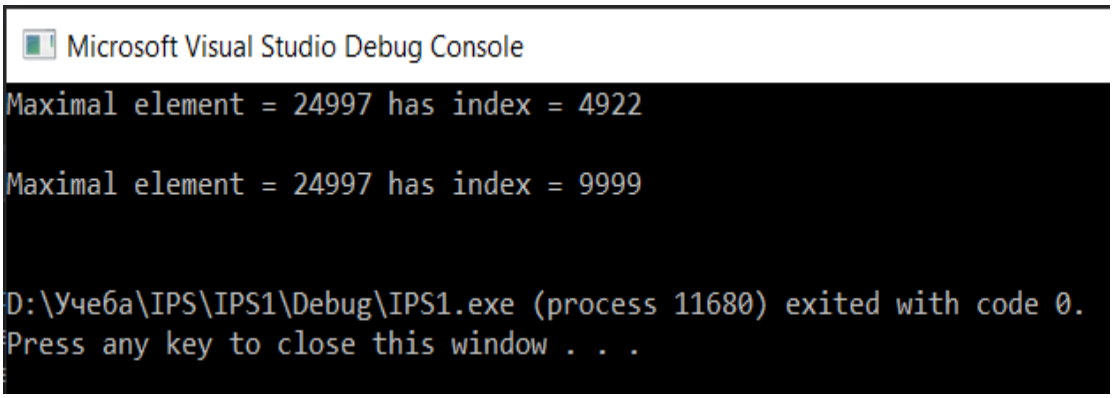
1. Разберите пример программы нахождения максимального элемента массива и его индекса **task_for_lecture2.cpp.** Запустите программу и убедитесь в корректности ее работы.



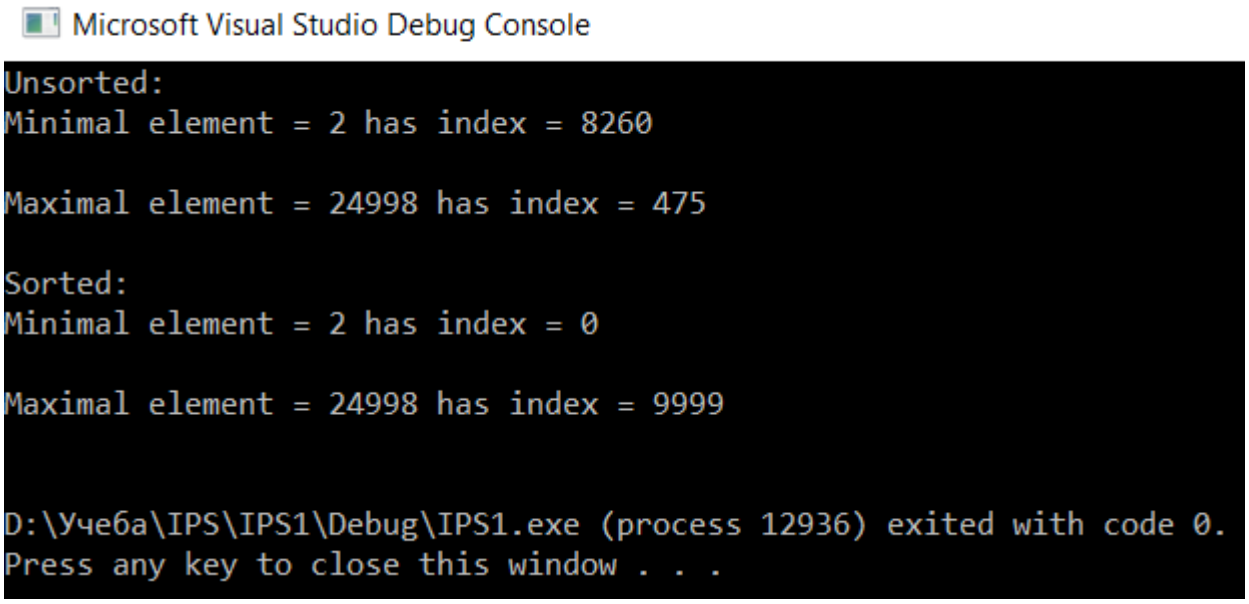
2. По аналогии с функцией *ReducerMaxTest***(…)**, реализуйте функцию *ReducerMinTest***(…)** для нахождения минимального элемента массива и его индекса. Вызовите функцию *ReducerMinTest***(…)** до сортировки исходного массива **mass** и после сортировки. Убедитесь в правильности работы функции *ParallelSort***(...)***:* индекс минимального элемента после сортировки должен быть равен **0,** индекс максимального элемента **(mass_size - 1).**

Функция `ReducerMinTest`:

```
void ReducerMinTest(int *mass_pointer, const long size)
{
	cilk::reducer<cilk::op_min_index<long, int>> minimum;

	cilk_for(long i = 0; i < size; ++i)
	{
		minimum->calc_min(i, mass_pointer[i]);
	}
	printf("Minimal element = %d has index = %d\n\n",
		minimum->get_reference(), minimum->get_index_reference());
}
```

Применим данную функцию до сортировки и после:



Видно, что минимальный элемент имеет значение 2. После сортировки его индекс становится равным 0, т. е. элемент становится минимальным, как и ожидалось.

3. Добавьте в функцию *ParallelSort***(...)** строки кода для измерения времени, необходимого для сортировки исходного массива. Увеличьте количество элементов **mass_size** исходного массива **mass** в **10**, **50**, **100** раз по сравнению с первоначальным. Выводите в консоль время, затраченное на сортировку массива, для каждого из значений **mass_size**. *Рекомендуется* засекать время с помощью библиотеки *chrono*.

```
auto t0 = high_resolution_clock::now();
ParallelSort(mass_begin, mass_end);
auto t1 = high_resolution_clock::now();
duration<double> duration = t1 - t0;
printf("Size of array: %d\n", mass_size);
printf("Duration is %f seconds\n", duration.count());
```

```
Size of array: 10000
Duration is 0.004408 seconds
Sorted:
Minimal element = 2 has index = 0

Maximal element = 24999 has index = 9999
```

```
Size of array: 50000
Duration is 0.027285 seconds
Sorted:
Minimal element = 1 has index = 0

Maximal element = 25000 has index = 49996
```

```
Size of array: 100000
Duration is 0.054617 seconds
Sorted:
Minimal element = 1 has index = 0

Maximal element = 25000 has index = 99996
```

4. Реализуйте функцию ***CompareForAndCilk_For(size_t sz)***. Эта функция должна выводить на консоль время работы стандартного цикла ***for***, в котором заполняется случайными значениями ***std::vector*** (использовать функцию ***push_back(rand() % 20000 + 1)***), и время работы параллельного цикла ***cilk_for*** от ***Intel Cilk Plus,*** в котором заполняется случайными значениями ***reducer вектор***.
   Вызывайте функцию ***CompareForAndCilk_For()*** для входного параметра ***sz*** равного: **1000000**, **100000**, **10000**, **1000**, **500**, **100**, **50**, **10**. Проанализируйте результаты измерения времени, необходимого на заполнение ***std::vector***'а и ***reducer*** вектора.

   Функция **`CompareForAndCilk_For`**

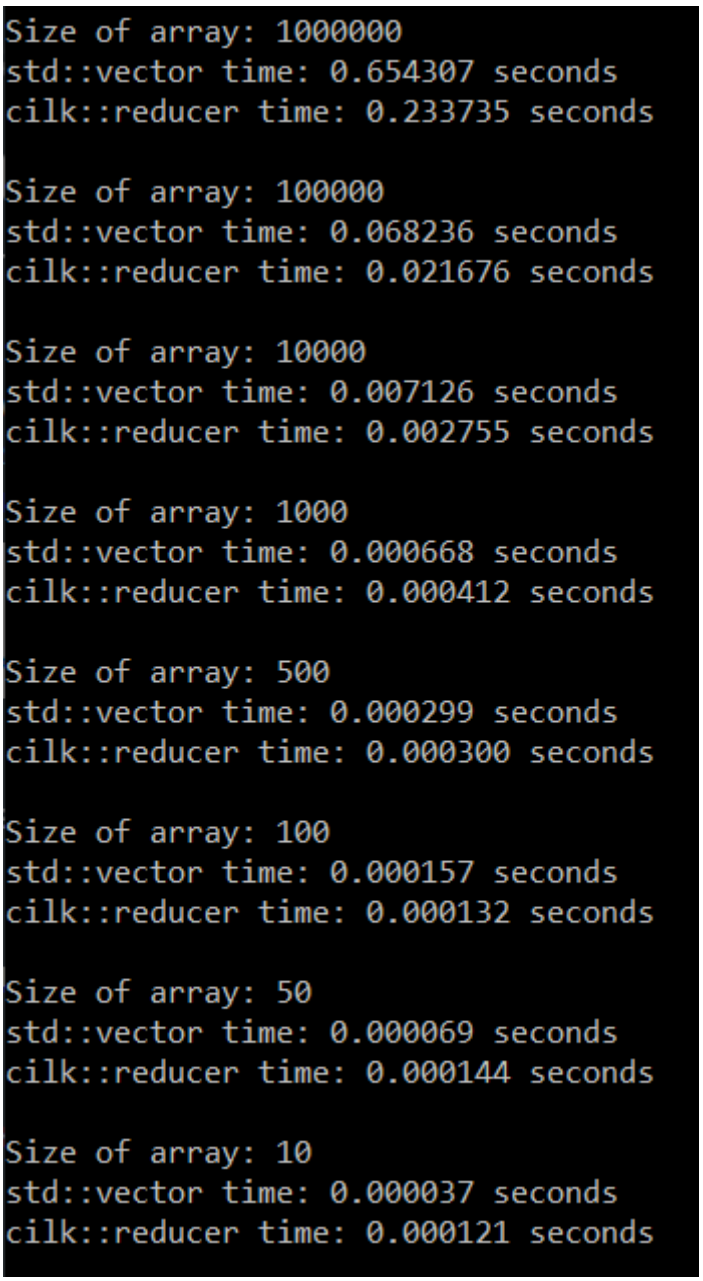
```
void CompareForAndCilk_For(size_t sz)
{
	std::vector<int> vec;
	auto t0 = high_resolution_clock::now();
	for (size_t i = 0; i < sz; ++i)
		vec.push_back(rand() % 20000 + 1);

	auto t1 = high_resolution_clock::now();
	const duration<double> duration_vec = t1 - t0;

	cilk::reducer<cilk::op_vector<int>> red_vec;
	t0 = high_resolution_clock::now();
	cilk_for(size_t i = 0; i < sz; ++i)
		red_vec->push_back(rand() % 20000 + 1);

	t1 = high_resolution_clock::now();
	const duration<double> duration_red_vec = t1 - t0;

	printf("Size of array: %d\n", sz);
	printf("std::vector time: %f seconds\n", duration_vec.count());
	printf("cilk::reducer time: %f seconds\n", duration_red_vec.count());
}
```



Видно, что для больших размеров векторов (500 – 1000000) cilc_for работает быстрее, чем for. Для маленьких размеров (10 – 100) for показывает меньшее время.

5. Ответьте на вопросы: почему при небольших значениях *sz* цикл *cilk_for* уступает циклу *for* в быстродействии?

При выполнении cilc_for компилятор разбивает его на мелкие блоки, фиксированного размера. Если количество итераций, которые должен сделать цикл мало, тогда накладные ресурсы на разбиение и планировку начинают занимать много времени, в результате обычный for работает быстрее.

В каких случаях целесообразно использовать цикл *cilk_for* ?
При малом количестве итераций в цикле.

В чем принципиальное отличие параллелизации с использованием *cilk_for* от параллелизации с использованием *cilk_spawn* в паре с *cilk_sync*?

*cilc_*for использует алгоритм «разделяй и властвуй». На каждом уровне рекурсии поток выполняет половину работу, а оставшуюся передает потомкам.

Вызов cilc*_spawn* обозначает точку порождения. Она создает новую задачу, выполнение которой может быть продолжено либо данным потоком, либо выполнено новым потоком. Это ключевое слово является указанием системе исполнения на то, что данная функция может выполняться параллельно с функцией, из которой она вызвана.