

1. Условие P_1 . Инвариант внутреннего цикла по j :

индекс minId указывает на минимальный элемент в подмассиве $A[i..j]$ на каждой итерации.

Перед началом цикла minId инициализируется переменной i — начало подмассива $A[i..n-1]$. Далее в цикле последовательно проходим по всем элементам подмассива $A[i+1..n-1]$. На k -й итерации $j = i+k$, и если $A[j] < A[\text{minId}]$, то значение minId сменяется на j . Следовательно, индекс minId — всегда индекс наименьшего элемента подмассива $A[i..j]$.

2. Условие P_2 . Инвариант внешнего цикла по i :

после каждой итерации по i подмассив $A[0..i-1]$ отсортирован по неубыванию.

После работы внутреннего цикла (условие P_1) переменная minId имеет индекс минимального элемента подмассива $A[i..n-1]$. Затем элемент с индексом i (первый элемент подмассива) меняется местами с минимальным. Поэтому на k -й итерации подмассив $A[0..k-1]$ будет отсортирован.

3. Инвариант P_1 .

INIT: $\text{minId} = i$. Берём первый элемент подмассива в качестве минимального. Сначала рассматриваем подмассив $A[i]$, а он состоит из 1 элемента, следовательно, он и будет минимальным.

MNT: На каждой итерации, если элемент $A[j] < A[\text{minId}]$, меняем значение minId . Следовательно, условие, что в minId содержится индекс минимального элемента, сохраняется.

TRM: после перебора всех элементов подмассива $A[i..n-1]$ гарантированно находим минимальный элемент и его индекс записываем в minId .

Инвариант P_2 .

INIT: перед началом итераций подмассив $A[0..i-1]$ пустой, поэтому считаем, что он отсортирован автоматически.

MNT: на каждой итерации получаем минимальный элемент подмассива $A[i..n-1]$ и перемещаем его на i -ю позицию в исходном массиве, поэтому отсортированность подмассива $A[0..i-1]$ сохраняется.

TRM: после всех итераций подмассив $A[0..n-1]$ полностью отсортирован по неубыванию, следовательно, на каждом шаге имеем отсортированный подмассив $A[0..i-1]$ и итоговый отсортированный массив $A[0..n-1]$.