

## 21. Быстрая трёхпутевая сортировка («голландский флаг»)

Быстрая трёхпутевая сортировка (или алгоритм «голландский флаг») — это оптимизация алгоритма быстрой сортировки, которая позволяет эффективно сортировать массивы с большим количеством одинаковых элементов. Алгоритм разделяет массив на три части: элементы меньше опорного, элементы равные опорному и элементы больше опорного. Это значительно снижает время работы в случае массивов с повторяющимися элементами, улучшая производительность по сравнению с классической быстрой сортировкой.

### Описание алгоритма

Алгоритм работает следующим образом:

1. Выбирается опорный элемент (pivot).
2. Массив делится на три части:
  - Элементы меньше опорного элемента.
  - Элементы равные опорному элементу.
  - Элементы больше опорного элемента.
3. Рекурсивно сортируются части массива, содержащие элементы меньше и больше опорного.

### Сложность алгоритма

- **Время работы:**
  - В лучшем и среднем случае, когда массив делится равномерно на три части, сложность алгоритма будет  $O(n \log n)$ .
  - В худшем случае (когда все элементы одинаковые или все элементы делятся на очень неравные части), сложность будет  $O(n^2)$ , но это редкий случай, так как элементы, равные опорному, не двигаются.
- **Пространственная сложность:** Алгоритм работает на месте и использует только небольшое дополнительное пространство для рекурсии. Пространственная сложность составляет  $O(\log n)$ , так как на каждом уровне рекурсии необходимо хранить информацию о подмассиве.