

Автоматическая обработка информации

Информатика 11 класс

В 30-х годах XX века возникает новая наука — теория алгоритмов. Вопрос, на который ищет ответ эта наука: **для всякой ли задачи обработки информации может быть построен алгоритм решения?** Но чтобы ответить на этот вопрос, надо сначала договориться об исполнителе, на которого должен быть ориентирован алгоритм.

Английский ученый Алан Тьюринг предложил модель такого исполнителя, получившую название «**машина Тьюринга**». По замыслу Тьюринга, его «машина» является универсальным исполнителем обработки любых символьных последовательностей в любом алфавите.



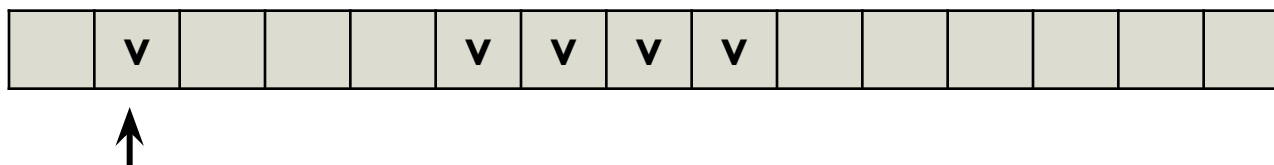


Практически одновременно с Тьюрингом (1936-1937 гг.) другую модель алгоритмической машины описал Эмиль Пост. **Машина Поста** работает с двоичным алфавитом и несколько проще в своем «устройстве». Можно сказать, что машина Поста является частным случаем машины Тьюринга. Однако именно работа с двоичным алфавитом представляет наибольший интерес, поскольку, как вы знаете, современный компьютер тоже работает с двоичным алфавитом.

Алгоритм, по которому работает машина Поста, будем называть **программой**.

Договоримся о терминологии: под словом «программа» мы всегда будем понимать алгоритм, записанный по строгим правилам языка команд исполнителя — на языке программирования для данного исполнителя.

Опишем архитектуру машины Поста. Имеется бесконечная информационная лента, разделенная на позиции — клетки. В каждой клетке может либо стоять метка (некоторый знак), либо отсутствовать (пусто).



Вдоль ленты движется **каретка** — считывающее устройство. На рисунке она обозначена стрелкой. Каретка может передвигаться шагами: один шаг — смещение на одну клетку **вправо** или **влево**. Клетку, под которой установлена каретка, будем называть **текущей**.

Каретка является еще и процессором машины. С ее помощью машина может:

- распознать, пустая клетка или помеченная знаком;
- стереть знак в текущей клетке;
- записать знак в пустую текущую клетку.

Если произвести замену меток на единицы, а пустых клеток — на нули, то информацию на ленте можно будет рассматривать как аналог двоичного кода телеграфного сообщения или данных в памяти компьютера. Существенное отличие каретки-процессора машины Поста от процессора компьютера состоит в том, что в компьютере возможен доступ процессора **к ячейкам памяти в произвольном порядке**, а в машине Поста — **только последовательно**.

Назначение машины Поста — производить преобразования на информационной ленте.

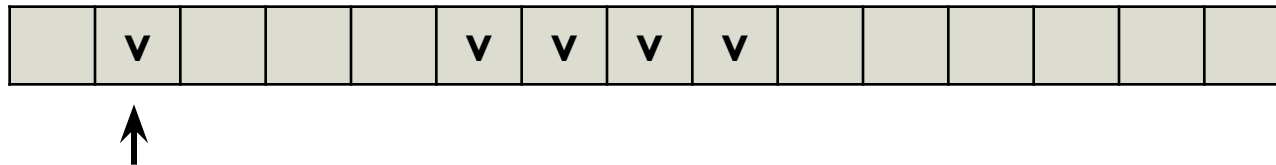
Исходное состояние ленты можно рассматривать как исходные данные задачи, конечное состояние ленты — результат решения задачи. Кроме того, в исходные данные входит информация о начальном положении каретки.

Система команд машины Поста

Команда	Действие
$n \leftarrow m$	Сдвиг каретки на шаг влево и переход к выполнению команды с номером m
$n \rightarrow m$	Сдвиг каретки на шаг вправо и переход к выполнению команды с номером m
$n \vee m$	Запись метки в текущую пустую клетку и переход к выполнению команды с номером m
$n \updownarrow m$	Стирание метки в текущей клетке и переход к выполнению команды с номером m
$n !$	Остановка выполнения программы
$n ? m, k$	Переход в зависимости от содержимого текущей клетки: если текущая клетка пустая, то следующей будет выполняться команда с номером m , если непустая – команда с номером k

Пример программы решения задачи на машине Поста

Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 $?$ 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

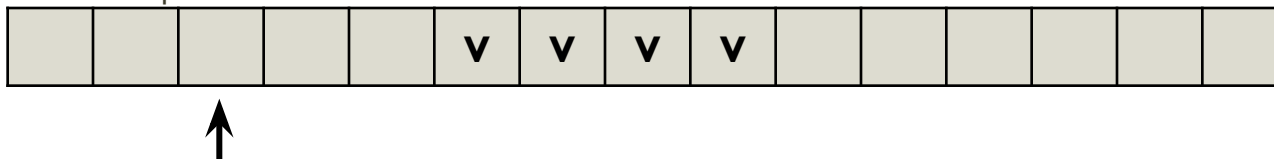
Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится , когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

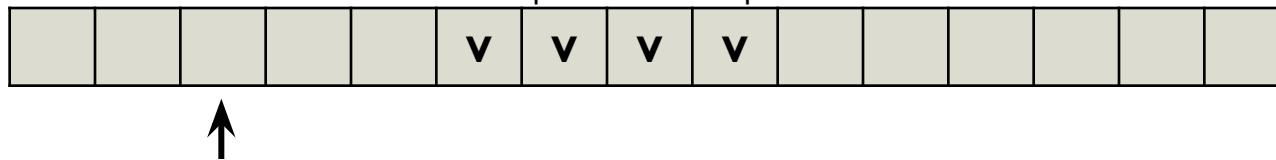
- Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 $?$ 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 \vee 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

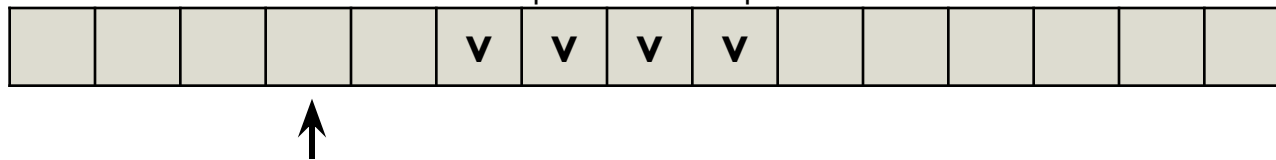
Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

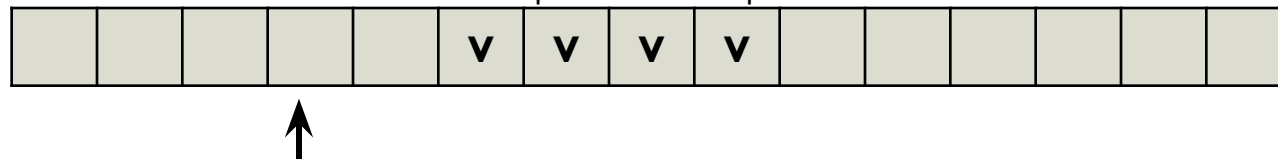
Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 $?$ 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

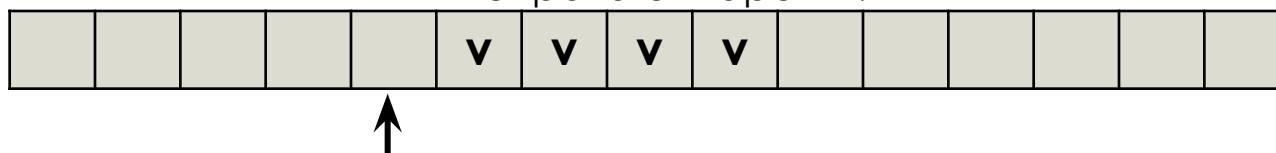
Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

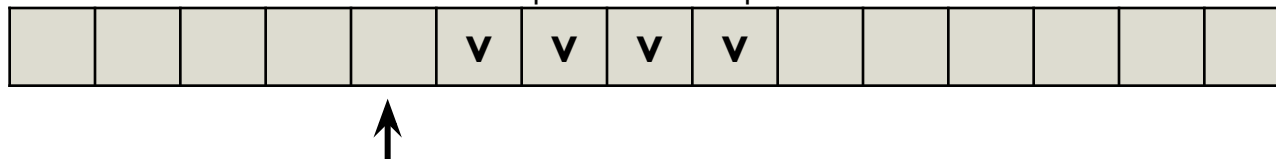
Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

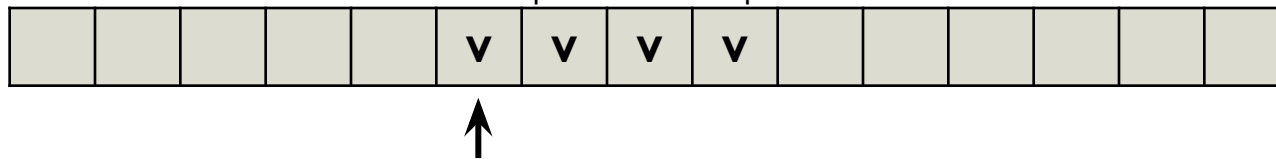
Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

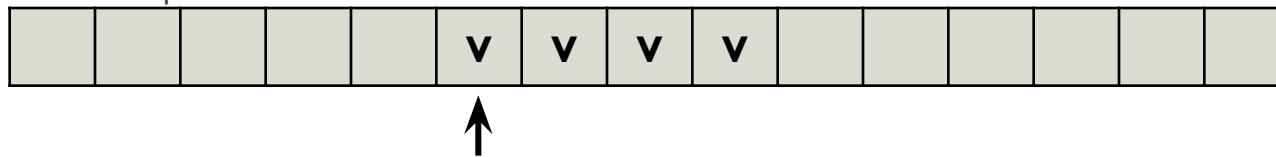
Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

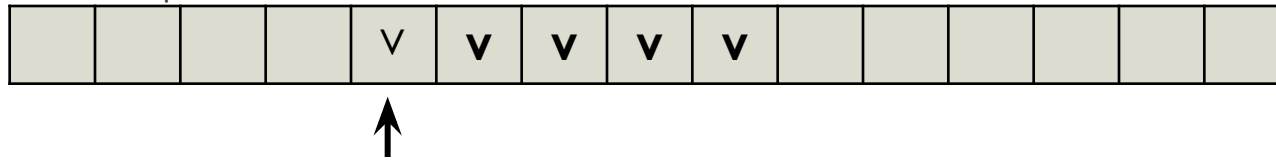
- Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

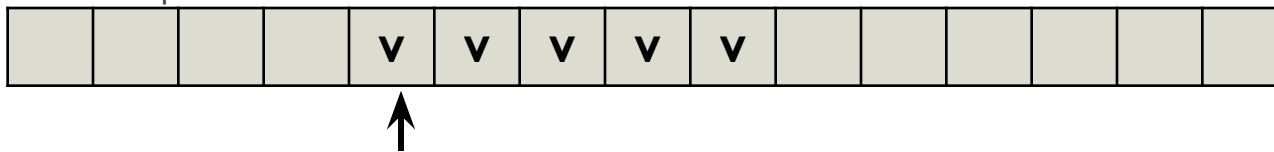
- Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

Пример программы решения задачи на машине Поста

- Исходное состояние показано на рисунке. Машина должна стереть знак в текущей клетке и присоединить его слева к группе знаков, расположенных справа от каретки.



Команда	Действие
1 \updownarrow 2	Стирание метки; переход к следующей команде
2 \rightarrow 3	Сдвиг вправо на один шаг
3 ? 2,4	Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
4 \leftarrow 5	Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
5 v 6	Запись метки в пустую клетку
6 !	Остановка машины

В процессе выполнения приведенной программы многократно повторяется выполнение команд с номерами 2 и 3. Такая ситуация называется **ЦИКЛОМ**. Напомним, что цикл относится к числу основных алгоритмических структур вместе со следованием и ветвлением.

Задание:

На информационной ленте машины Поста расположен массив из N меток. Каретка расположена под крайней левой меткой. Какое состояние установится на ленте после выполнения следующей программы?

$1 \rightarrow 2$

$2 \updownarrow 3$

$3 \rightarrow 4$

$4? 5, 2$

$5 \leftarrow 6$

$6 \vee 7$

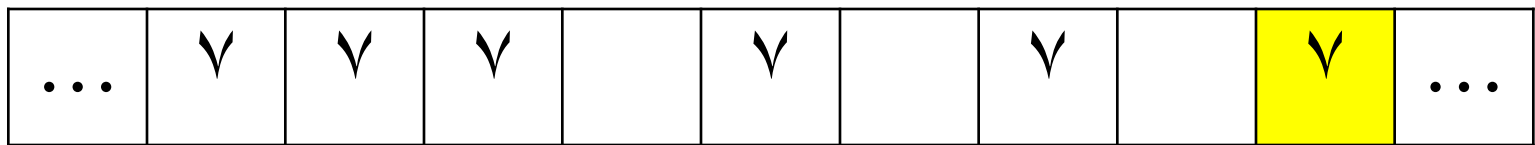
$7!$

Задание:

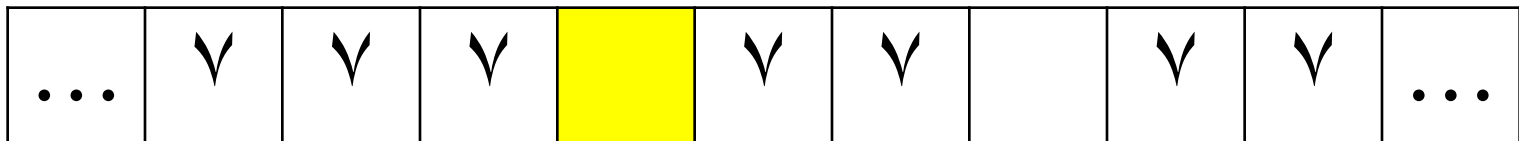
На ленте поставлена метка в одной-единственной ячейке. Каретка стоит на некотором расстоянии левее этой ячейки. Необходимо подвести каретку к ячейке, стереть метку и остановить каретку слева от этой ячейки.

Составить программу перевода информационной ленты из начального состояния в конечное:

□ Начальное состояние:

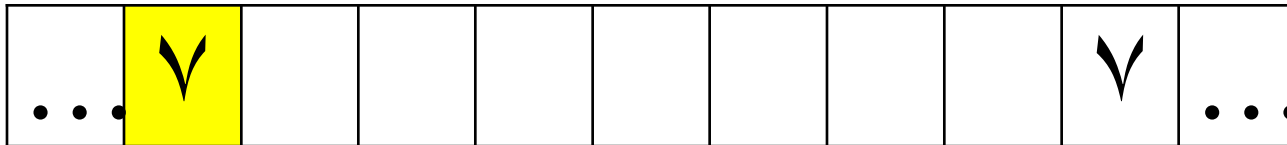


□ Конечное состояние:

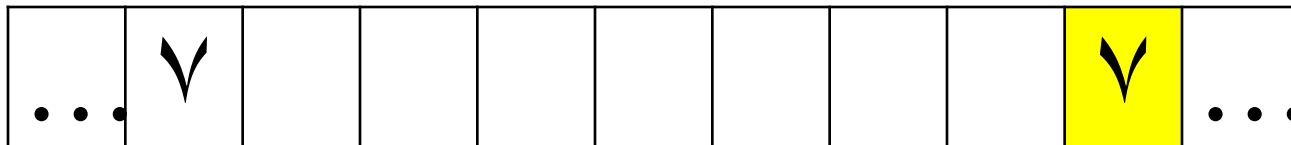


Составить программу для прохождения каретки от левой метки к правой. Количество пустых клеток между метками неизвестно.

Начальное состояние:



Конечное состояние:



Доп. задания из учебника 10 класса

Задание 3

Написать для машины Поста программу сложения двух чисел, записанных на ленте и расположенных через одну пустую клетку друг от друга. Начальное положение каретки — под пустой клеткой, отделяющей числа.

Задание 4

Написать для машины Поста программу вычитания двух чисел, разделенных одной пустой клеткой. Уменьшаемое не меньше вычитаемого. Начальное положение каретки — под пустой клеткой, отделяющей уменьшаемое от вычитаемого.

Указание. Стирать метки по одной у каждого числа, пока у вычитаемого не кончатся все метки.

Задание 5

Используя программу вычитания, проверить, что получится, если:

- а) уменьшаемое равно вычитаемому;
- б) уменьшаемое меньше вычитаемого.

Задание 6

Написать для машины Поста программу деления числа, записанного метками, на 2. Исходное число должно делиться на 2 без остатка.

Указание. Стереть каждую вторую метку; уплотнить оставшиеся метки.

Задание 7

Используя программу деления числа на 2:

- а) проверить, что получится для числа 2;
- б) модифицировать программу с учетом числа 2.

Указание. Справа от пустой клетки поставить метку, а слева стереть две метки. Так поступать до тех пор, пока слева остаются метки.

Задание 8

На информационной ленте машины Поста на расстоянии в n клеток друг от друга расположены две помеченные метками клетки. Начальное положение каретки — под левой из помеченных клеток. Какую работу выполнит Машина Поста по программе?

$1 \rightarrow 2$	$3 \leftarrow 4$
$2 ? 1, 3$	$4 ? 3, 1$

Задание 9

Написать для машины Поста программу умножения на 2 числа, записанного метками на ленте.

Указание. Через одну пустую клетку поставить две метки, а в исходном числе стереть одну. Так поступать, пока в исходном числе остаются метки.

Задание 10*

Написать для машины Поста программу, проверяющую, делится ли записанное метками число на 5.

Задание 11*

На информационной ленте машины Поста помечена $2n - 1$ клетка. Составить программу отыскания средней помеченной клетки и стирания метки в ней.

Задание 12*

На информационной ленте машины Поста расположены два массива помеченных клеток. Написать программу стирания меток, расположенных в большем массиве.