

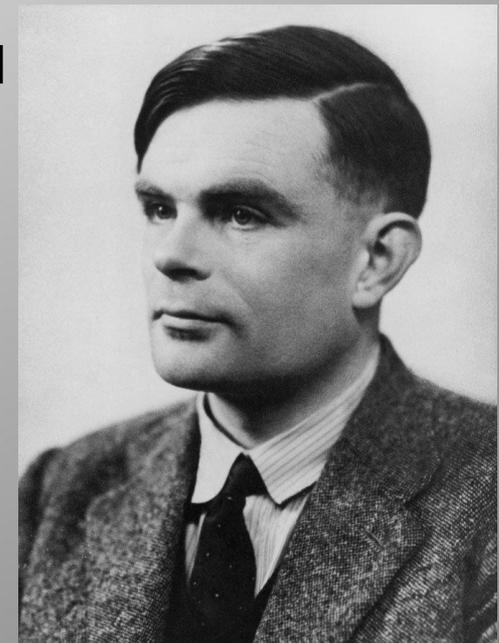
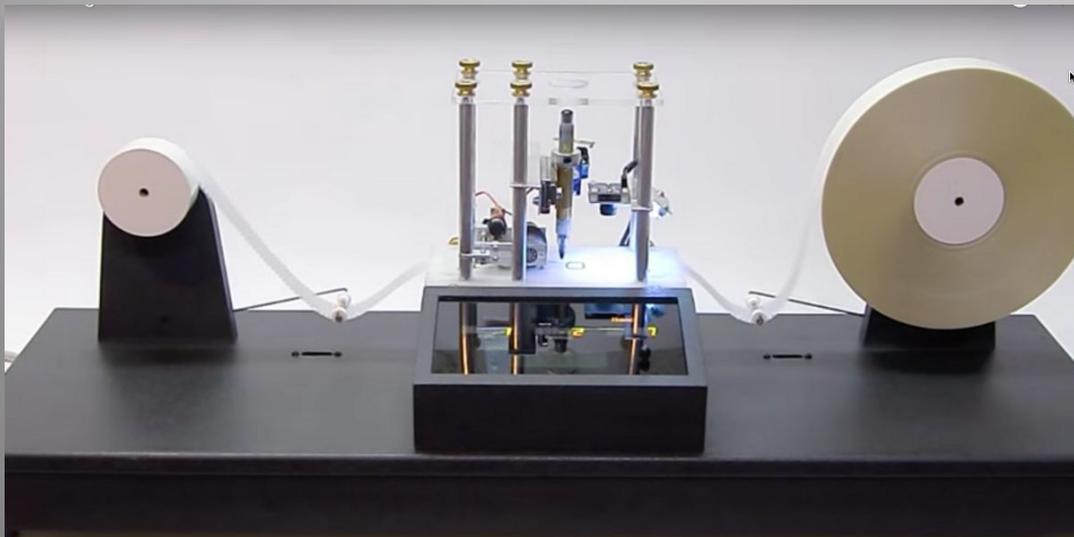
Машина Поста.  
Система команд.

# Теория Алгоритмов

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.

# Машина Тьюринга

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



# Машина Поста

Практически одновременно с Тьюрингом (1936-1937г.) 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.



# Машина Поста

Алгоритм, по которому работает машина Поста, будем называть программой. Под словом «программа» мы всегда будем понимать алгоритм, записанный по строгим правилам языка команд исполнителя – на языке программирования для данного исполнителя.

# Машина Поста



Бесконечная лента

Каретка

Программа

# Архитектура 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, называется текущей.

# Архитектура машины Поста

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.

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 –

# Машина Поста

Назначение машины Поста – производить преобразования на информационной ленте. Исходное состояние ленты можно рассматривать как исходные данной задачи, конечное состояние ленты – результат решения задачи. Кроме того, в исходные данные входит информация о начальном положении каретки.

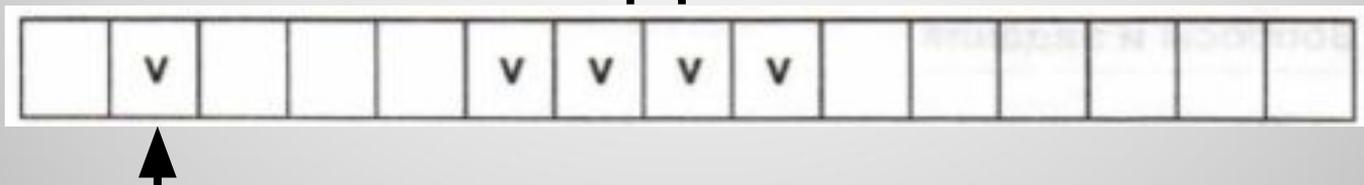
# Система команд машины Поста

- $n \leftarrow m$  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  $m$

# Система команд машины Поста

$n!$	Остановка выполнения программ
$n?m,k$	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



Исходное состояние показано на рисунке.

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

- 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)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- |                    |   |
|--------------------|---|
| 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) |
| 5v6                | Запись метки в пустую клетку  |
| 6!                 | Остановка машины  |

# Пример программы решения задачи



- 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)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 1↕2      Стирание метки; переход к следующей команде
- 2→3      Сдвиг вправо на один шаг
- 3?2,4    Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
- 4←5      Сдвиг влево на шаг (команда выполнится , когда каретка выйдет на первый знак группы)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 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)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 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)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 1↕2      Стирание метки; переход к следующей команде
- 2→3      Сдвиг вправо на один шаг
- 3?2,4    Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
- 4←5      Сдвиг влево на шаг (команда выполнится , когда каретка выйдет на первый знак группы)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!        Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 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)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 1↕2      Стирание метки; переход к следующей команде
- 2→3      Сдвиг вправо на один шаг
- 3?2,4    Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
- 4←5      Сдвиг влево на шаг (команда выполнится , когда каретка выйдет на первый знак группы)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!        Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 1↕2      Стирание метки; переход к следующей команде
- 2→3      Сдвиг вправо на один шаг
- 3?2,4    Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
- 4←5      Сдвиг влево на шаг (команда выполнится , когда каретка выйдет на первый знак группы)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!        Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 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)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 1↕2      Стирание метки; переход к следующей команде
- 2→3      Сдвиг вправо на один шаг
- 3?2,4    Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
- 4←5      Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Пример программы решения задачи



- 1↕2      Стирание метки; переход к следующей команде
- 2→3      Сдвиг вправо на один шаг
- 3?2,4    Если клетка пустая, то переход к команде 2, иначе – к команде 4
- 4←5      Сдвиг влево на шаг (команда выполнится, когда каретка выйдет на первый знак группы)
- 5v6      Запись метки в пустую клетку
- 6!      Остановка машины

# Задание 1

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 !

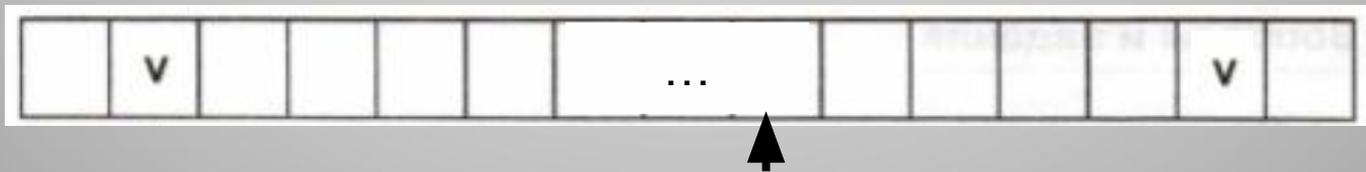
# Задание 2

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.

# Задание 3

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

Начальное состояние:



Конечное состояние:

