

### Машина Тьюринга

В 1936 г. Аланом Тьюрингом для уточнения понятия алгоритма был предложен абстрактный универсальный исполнитель. Его абстрактность заключается в том, что он представляет собой логическую вычислительную конструкцию, а не реальную вычислительную машину. Термин «универсальный исполнитель» говорит о том, что данный исполнитель может имитировать любой другой исполнитель. Например, операции, которые выполняют реальные вычислительные машины можно имитировать на универсальном исполнителе. В последствие, придуманная Тьюрингом вычислительная конструкция была названа машиной Тьюринга.

Кроме того, предполагается, что универсальный исполнитель должен уметь доказывать существование или отсутствие алгоритма для той или иной задачи.

### Что собой представляет машина Тьюринга?

Машина Тьюринга состоит из бесконечной в обе стороны ленты, разделенной на ячейки, и автомата (головки), которая управляется программой.

Программы для машин Тьюринга записываются в виде таблицы, где первый столбец и строка содержат буквы внешнего алфавита и возможные внутренние состояния автомата (внутренний алфавит). Содержимое таблицы представляет собой команды для машины Тьюринга. Буква, которую считывает головка в ячейке (над которой она находится в данный момент), и внутренне состояние головки определяют, какую команду нужно выполнить. Команда определяется пересечением символов внешнего и внутреннего алфавитов в таблице.

**Чтобы задать конкретную машину Тьюринга, требуется описать для нее**

**следующие составляющие:**

- Внешний алфавит. Конечное множество (например,  $A$ ), элементы которого называются буквами (символами). Одна из букв этого алфавита (например,  $a_0$ ) должна представлять собой пустой символ.
- Внутренний алфавит. Конечное множество состояний головки (автомата). Одно из состояний (например,  $q_1$ ) должно быть начальным (запускающим программу). Еще одно из состояний ( $q_0$ ) должно быть конечным (завершающим программу) – состояние останова.
- Таблица переходов. Описание поведения автомата (головки) в зависимости от состояния и считанного символа.

**Автомат машины Тьюринга в процессе своей работы может выполнять следующие действия:**

- Записывать символ внешнего алфавита в ячейку (в том числе и пустой), заменяя находившийся в ней (в том числе и пустой).
- Передвигаться на одну ячейку влево или вправо.
- Менять свое внутреннее состояние.

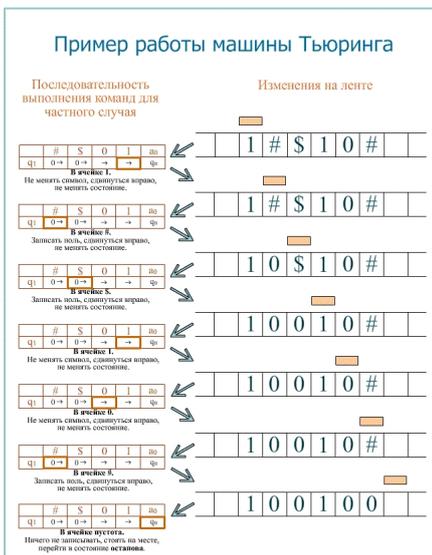
Одна команда для машины Тьюринга как раз и представляет собой конкретную комбинацию этих трех составляющих: указаний, какой символ записать в ячейку (над которой стоит автомат), куда передвинуться и в какое состояние перейти. Хотя команда может содержать и не все составляющие (например, не менять символ, не

передвигаться или не менять внутреннего состояния).

### Пример работы машины Тьюринга

Допустим, на ленте есть слово, состоящее из символов #, \$, 1 и 0. Требуется заменить все символы # и \$ на нули. В момент запуска головка находится над первой буквой слова слева. Завершается программа тогда, когда головка оказывается над пустым символом после самой правой буквы слова.

Примечание: длина слова и последовательность символов значения не имеют. На рисунке приводится пример последовательности выполнения команд для конкретного случая. Если на ленте будет другое слово, то и последовательность выполнения команд будет другой. Несмотря на это, данная программа для машины Тьюринга (на рисунке – таблица слева) применима к любым словам описанного внешнего алфавита (соблюдается свойство применимости алгоритма ко всем однотипным задачам – массовость).



Можно усложнить программу. Допустим, головка располагается не обязательно над первым, а над любым символом слова. Тогда программа для данной машины Тьюринга может быть такой (а могла бы быть и другой):

Пример программы для  
машины Тьюринга

	#	\$	0	1	a <sub>0</sub>
q <sub>1</sub>	←	←	←	←	→ q <sub>2</sub>
q <sub>2</sub>	0 →	0 →	→	→	q <sub>0</sub>

После этого движения переводит в состояние q<sub>2</sub> (в том случае, если под ним находится символ #). После этого движения переводит в состояние q<sub>0</sub> (в том случае, если под ним находится символ 0).