

# Мечта о мыслящей машине: история идей, приведших к возникновению компьютера

Лев Лобский

31 ноября 2021

SmArt-Master

У древних греков идеи о компьютере не было!

У древних греков идеи о компьютере не было!



Рис.: Коллаж фото с Викисклада: Socrate du Louvre.jpg (Eric Gaba, CC BY-SA 2.5), Plato Silanio Louvre Ma3654.jpg (Marie-Lan Nguyen), Aristotle Altemps Inv8575.jpg (Jastrow).

У древних греков идеи о компьютере не было!  
(...а так же и у других древних цивилизаций)

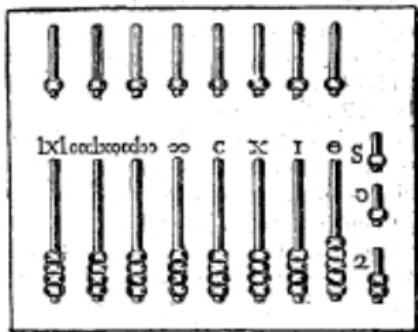


FIG. 1.—Roman Abacus.

Рис.: Римский абак на иллюстрации Британской энциклопедии 1911-го года (Викиклад).



Рис.: Модель колесницы, указывающей на юг в Музее науки в Лондоне (Andy Dingley, CC BY 3.0, Викиклад).

# Определение компьютера

# Определение компьютера

Неточное:

- ▶ Прибор, который может самостоятельно выполнять некие команды, следуя заданным инструкциям

# Определение компьютера

Неточное:

- ▶ Прибор, который может самостоятельно выполнять некие команды, следуя заданным инструкциям (=алгоритм, программа).

# Определение компьютера

Неточное:

- ▶ Прибор, который может самостоятельно выполнять некие команды, следуя заданным инструкциям (=алгоритм, программа).
- ▶ Функцию этого прибора можно изменить всего лишь поменяв инструкции

# Определение компьютера

Неточное:

- ▶ Прибор, который может самостоятельно выполнять некие команды, следуя заданным инструкциям (=алгоритм, программа).
- ▶ Функцию этого прибора можно изменить всего лишь поменяв инструкции (=программирование).

# Определение компьютера

Неточное:

- ▶ Прибор, который может самостоятельно выполнять некие команды, следуя заданным инструкциям (=алгоритм, программа).
- ▶ Функцию этого прибора можно изменить всего лишь поменяв инструкции (=программирование).

Точное: Машина Тьюринга.

# Мировоззрение в раннее Новое время

# Мировоззрение в раннее Новое время

- ▶ Ослабевание авторитета церкви

## Мировоззрение в раннее Новое время

- ▶ Ослабевание авторитета церкви
- ▶ Развитие математического анализа и механики

# Мировоззрение в раннее Новое время

- ▶ Ослабевание авторитета церкви
- ▶ Развитие математического анализа и механики
- ▶ Рене Декарт (1596-1650): язык, как необходимое условие для разума

# Мировоззрение в раннее Новое время

- ▶ Ослабевание авторитета церкви
- ▶ Развитие математического анализа и механики
- ▶ Рене Декарт (1596-1650): язык, как необходимое условие для разума
- ▶ Томас Гоббс (1588-1679): мышление, это сопоставление разных обозначений одного объекта

# Мировоззрение в раннее Новое время

- ▶ Ослабевание авторитета церкви
- ▶ Развитие математического анализа и механики
- ▶ Рене Декарт (1596-1650): язык, как необходимое условие для разума
- ▶ Томас Гоббс (1588-1679): мышление, это сопоставление разных обозначений одного объекта
- ▶ Джон Локк (1632-1704): частицы в языке отображают взаимосвязь между идеями, "движение разума"(англ. *action of the mind*)

# Готфрид Вильгельм Лейбниц



Рис.: Лейбиц на портрете  
Кристофа Бернхарда Франке  
(Викисклад).  
6 / 18

# Готфрид Вильгельм Лейбниц

► 1646-1716



Рис.: Лейбиц на портрете  
Кристофа Бернхарда Франке  
(Викисклад).  
6 / 18

# Готфрид Вильгельм Лейбниц

- ▶ 1646-1716
- ▶ Известен как создатель математического анализа (независимо от Ньютона) и монадологии



Рис.: Лейбниц на портрете  
Кристофа Бернхарда Франке  
(Викиклад).

# Готфрид Вильгельм Лейбниц

- ▶ 1646-1716
- ▶ Известен как создатель математического анализа (независимо от Ньютона) и монадологии
- ▶ Пытался создать "универсальный язык" для точного мышления и науки



Рис.: Лейбница на портрете  
Кристофа Бернхарда Франке  
(Викиклад).

# Готфрид Вильгельм Лейбниц

- ▶ 1646-1716
- ▶ Известен как создатель математического анализа (независимо от Ньютона) и монадологии
- ▶ Пытался создать "универсальный язык" для точного мышления и науки
- ▶ *Characteristica universalis* состоял бы из "алфавита" простых понятий, и правил составления сложных понятий и заключений

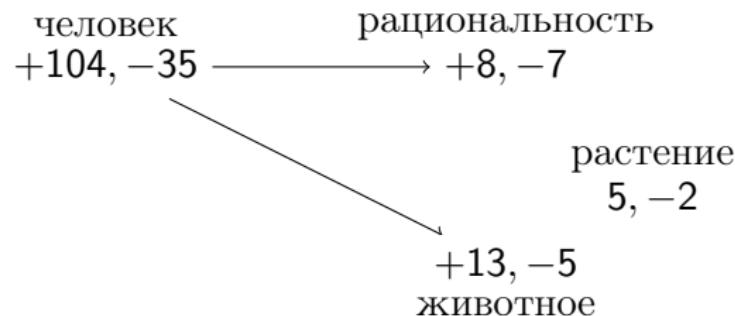


Рис.: Лейбниц на портрете  
Кристофа Бернхарда Франке  
(Викиклад).

# Готфрид Вильгельм Лейбниц

*В случае несогласия между двумя философами, спорить было бы на столько же полезно, как в случае разногласия между бухгалтерами. Так как им было бы достаточно взять в руки карандаши, присесть к записным книгам, и сказать друг другу (в присутствии приятеля в качестве свидетеля, если они так пожелают): Посчитаем.*

## *Characteristica universalis* - пример



# Жаккардовый ткацкий станок

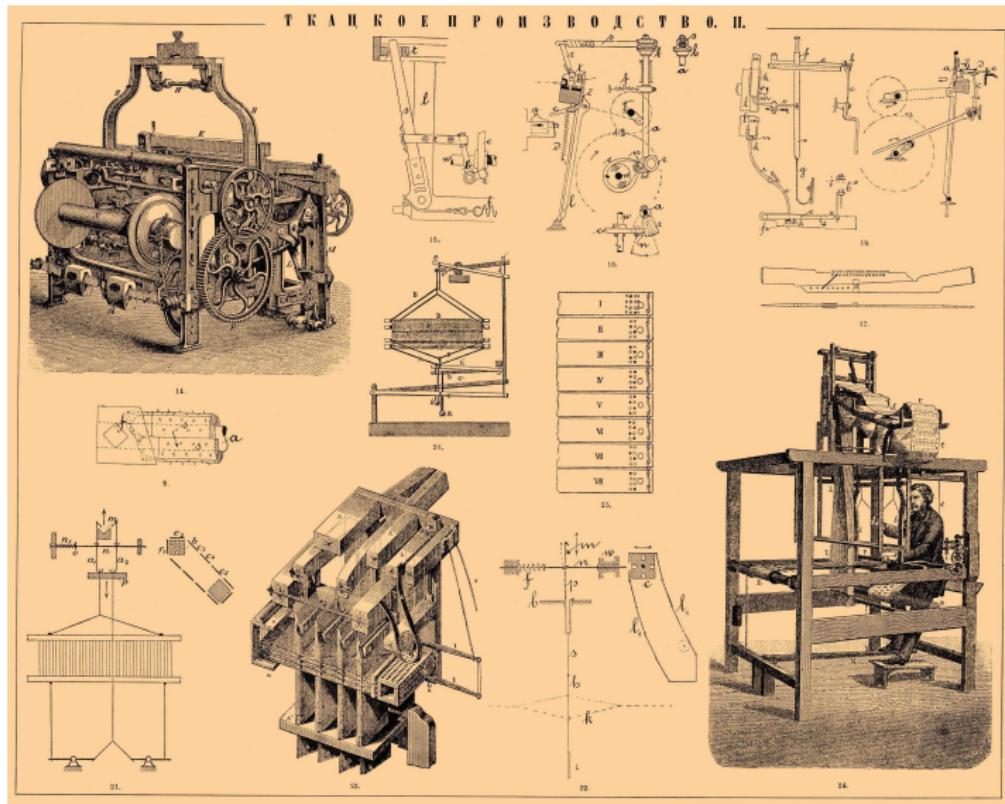


Рис.: Иллюстрация из энциклопедического словаря Брокгауза и Ефона (1890-1907) (Викиклад).

# Жаккардовый ткацкий станок

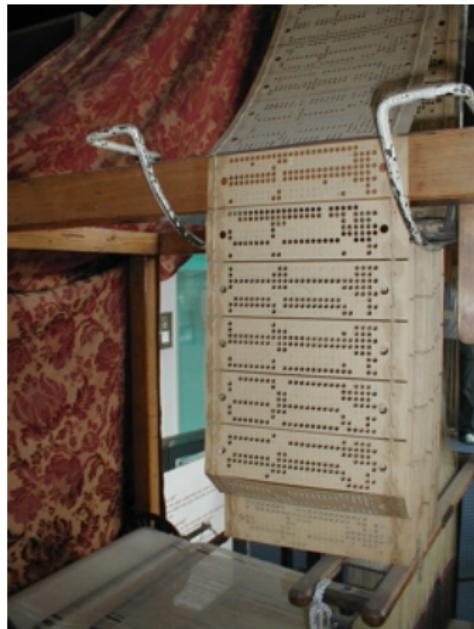


Рис.: Станок в Музее науки и промышленности в Манчестере (GeorgeOnline, CC BY-SA 3.0, Викисклад).

# Жаккардовый ткацкий станок

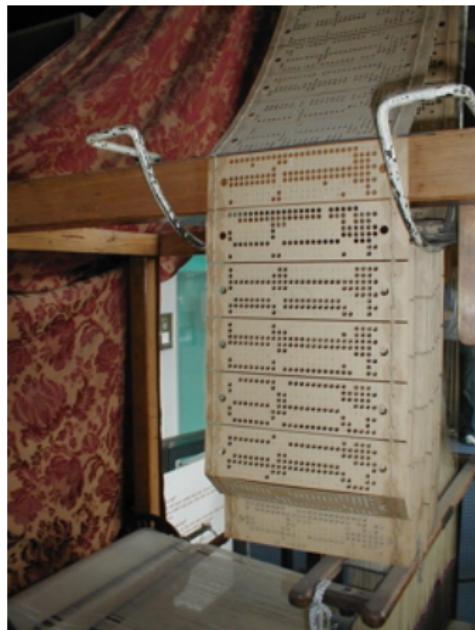


Рис.: Станок в Музее науки и промышленности в Манчестере (GeorgeOnline, CC BY-SA 3.0, Викиклад).



Рис.: Портрет Жаккарда, тканый на станке, носящим его имя в 1839 году. (Музей науки, Лондон, Викиклад).

# Отступление: Перфокарты в программировании

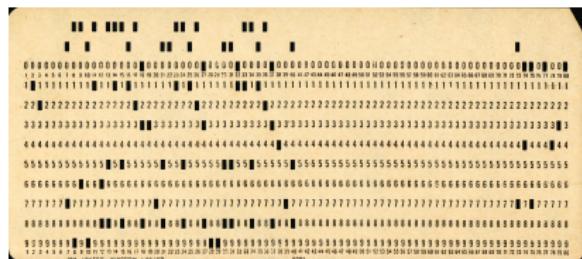


Рис.: Перфокарта компании  
International Business Machines (Pete  
Birkinshaw, CC BY 2.0, Викисклад).

# Отступление: Перфокарты в программировании

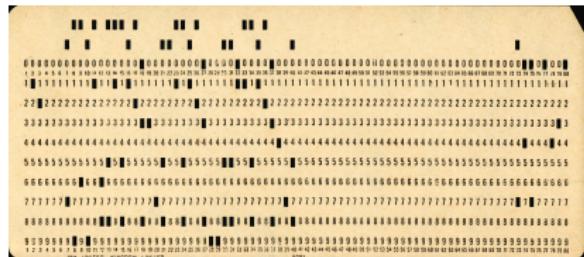


Рис.: Перфокарта компании International Business Machines (Pete Birkinshaw, CC BY 2.0, Викисклад).



Рис.: Маргарет Гамильтон с полным кодом программы для миссии Аполлон-11 (1969).  
(Викисклад).

# Чарлз Бэббидж

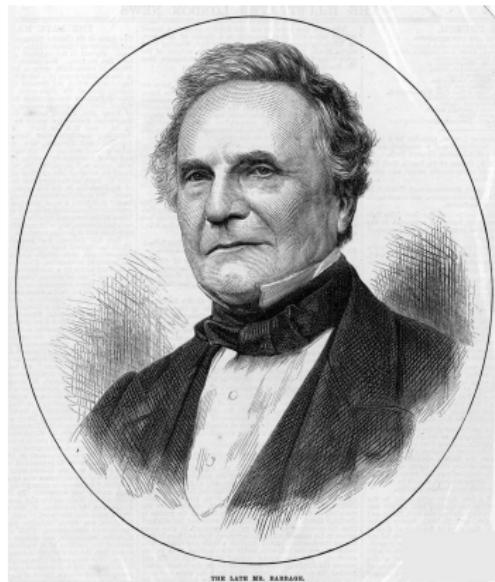


Рис.: Портрет Бэббиджа, опубликованный вместе с некрологом в The Illustrated London News в 1871 году (Викисклад).

# Чарлз Бэббидж

► 1791-1871

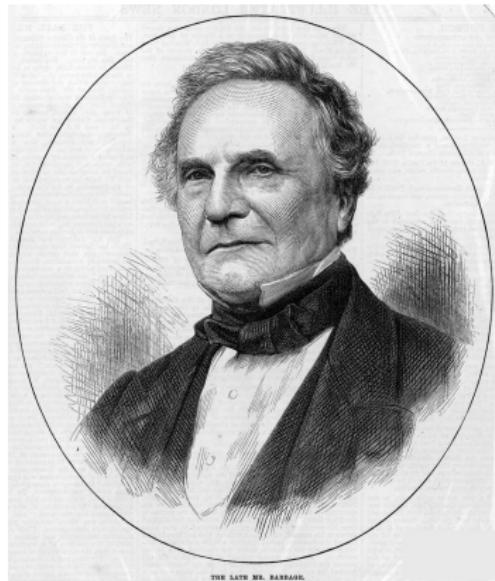


Рис.: Портрет Бэббиджа, опубликованный вместе с некрологом в The Illustrated London News в 1871 году (Викисклад).

# Чарлз Бэббидж

- ▶ 1791-1871
- ▶ Первым предложил конструкцию программируемого компьютера

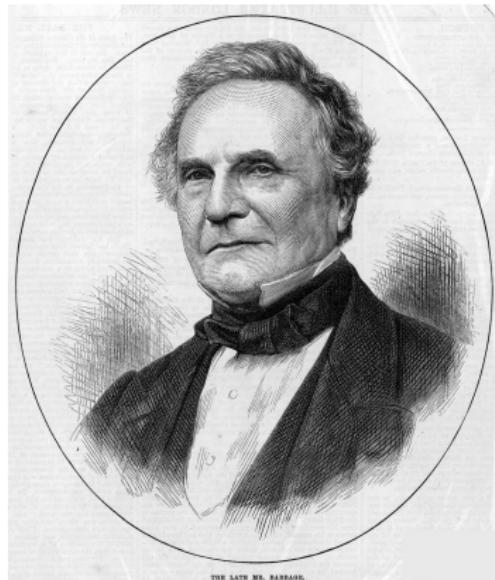


Рис.: Портрет Бэббиджа, опубликованный вместе с некрологом в The Illustrated London News в 1871 году (Викисклад).

# Чарлз Бэббидж

- ▶ 1791-1871
- ▶ Первым предложил конструкцию программируемого компьютера
- ▶ Идея программирования напрямую заимствована у Жаккардового станка

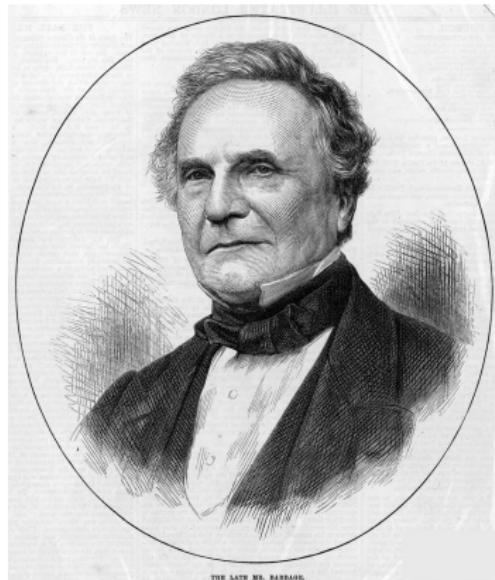


Рис.: Портрет Бэббиджа, опубликованный вместе с некрологом в The Illustrated London News в 1871 году (Викисклад).

# Чарлз Бэббидж

- ▶ 1791-1871
- ▶ Первым предложил конструкцию программируемого компьютера
- ▶ Идея программирования напрямую заимствована у Жаккардового станка
- ▶ Не использовал в своей "Аналитической машине" электронных компонентов



Рис.: Портрет Бэббиджа, опубликованный вместе с некрологом в The Illustrated London News в 1871 году (Викисклад).

# Чарлз Бэббидж

- ▶ 1791-1871
- ▶ Первым предложил конструкцию программируемого компьютера
- ▶ Идея программирования напрямую заимствована у Жаккардового станка
- ▶ Не использовал в своей "Аналитической машине" электронных компонентов
- ▶ Не смог закончить прототип своей машины

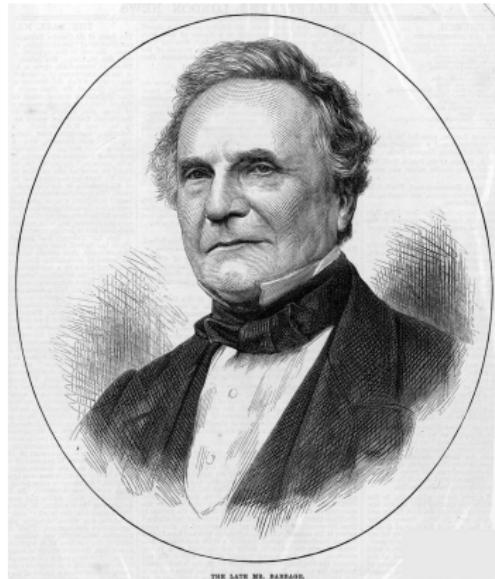


Рис.: Портрет Бэббиджа, опубликованный вместе с некрологом в The Illustrated London News в 1871 году (Викисклад).

# Чарлз Бэббидж

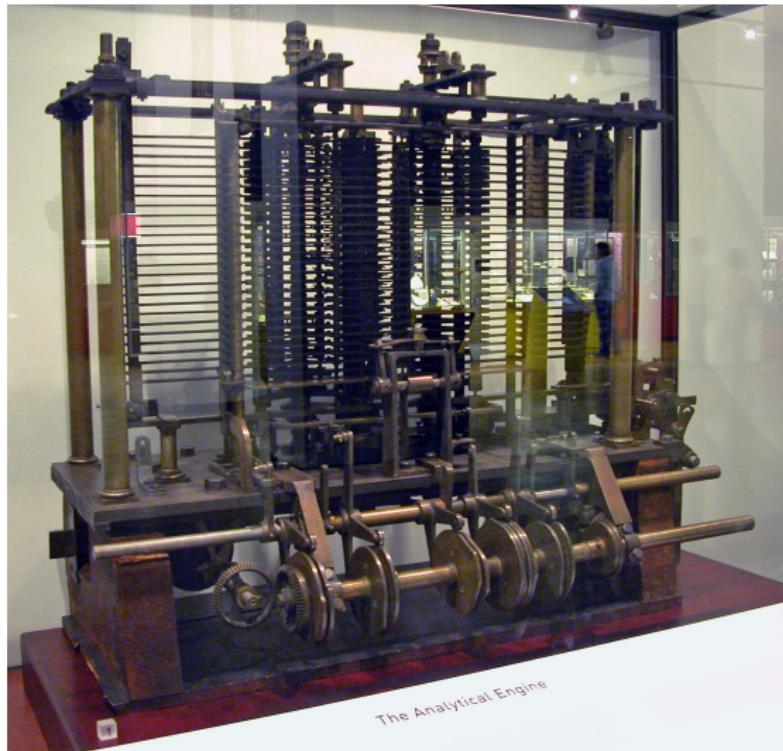


Рис.: Часть аналитической машины Бэббиджа. Музей науки, Лондон  
(Bruno Barral, CC BY-SA 2.5, Викиклад).

# Ада Лавлейс



Рис.: Портрет Лавлейс (1836 год,  
художница Маргарет Сарах Карпентер,  
Викиклад).

# Ада Лавлейс

► 1815-1852



Рис.: Портрет Лавлейс (1836 год,  
художница Маргарет Сарах Карпентер,  
Викисклад).

# Ада Лавлейс

- ▶ 1815-1852
- ▶ Перевела транскрипцию лекции Бэббиджа с французского на английский



Рис.: Портрет Лавлейс (1836 год, художница Маргарет Сарах Карпентер, Викиклад.).

# Ада Лавлейс

- ▶ 1815-1852
- ▶ Перевела транскрипцию лекции Бэббиджа с французского на английский
- ▶ Написала комментарий к лекции



Рис.: Портрет Лавлейс (1836 год, художница Маргарет Сарах Карпентер, Викиклад.).

# Ада Лавлейс

- ▶ 1815-1852
- ▶ Перевела транскрипцию лекции Бэббиджа с французского на английский
- ▶ Написала комментарий к лекции
- ▶ Написала первую программу к Аналитической машине



Рис.: Портрет Лавлейс (1836 год, художница Маргарет Сарах Карпентер, Викиклад).

# Ада Лавлейс

- ▶ 1815-1852
- ▶ Перевела транскрипцию лекции Бэббиджа с французского на английский
- ▶ Написала комментарий к лекции
- ▶ Написала первую программу к Аналитической машине
- ▶ Комментарий так же содержит рассуждения о том, на что способен компьютер



Рис.: Портрет Лавлейс (1836 год, художница Маргарет Сарах Карпентер, Викиклад.).

# Ада Лавлейс

Diagram for the computation by the Engine of the Numbers of Bernoulli. See Note G. (page 722 of seq.)

Number of Operation.	Nature of Operations.	Variables acted upon.	Variables receiving results.	Indication of change in the value on any Variable.	Statement of Results.	Data	Working Variables.										Result Variables.								
						Data	$IV_1$	$IV_2$	$IV_3$	$ov_1$	$ov_2$	$ov_3$	$ov_4$	$ov_5$	$ov_6$	$ov_7$	$ov_8$	$ov_9$	$ov_{10}$	$ov_{11}$	$IV_{12}$	$IV_{13}$	$IV_{14}$	$IV_{15}$	$IV_{16}$
1	$\times$	$IV_2 \times IV_3$	$IV_4, IV_5, IV_6$	$IV_4 = IV_5$	$IV_4 = IV_5$	... 2 u	2	n	2 n	2 n	2 n														
2	-	$-IV_4 - IV_1$	$IV_4$	$IV_4 = IV_1$	$IV_4 = IV_1$	... 2 n - 1	1			2 n - 1															
3	+	$+IV_3 + IV_2$	$IV_3$	$IV_3 = IV_2$	$IV_3 = IV_2$	... 2 n + 1	1				2 n + 1														
4	-	$-2IV_2 + 2IV_4$	$IV_{11}$	$2IV_4 = 0$	$2IV_4 = 0$	... 2 n - 1	2			0	0										2 n - 1	2 n + 1			
5	-	$-IV_{13} - 2IV_2$	$IV_{13}$	$IV_{13} = 2IV_2$	$IV_{13} = 2IV_2$	... 2															1	2 n - 1	2 n + 1		
6	-	$-IV_{13} - 2IV_2$	$IV_{13}$	$IV_{13} = 2IV_2$	$IV_{13} = 2IV_2$	... 0														0					
7	-	$-IV_8 - IV_1$	$IV_8$	$IV_8 = IV_1$	$IV_8 = IV_1$	... n - 1 (= 3)	1																		
8	+	$+IV_2 + IV_7$	$IV_7$	$IV_7 = IV_2$	$IV_7 = IV_2$	... 2																			
9	-	$-IV_6 + 2IV_7$	$IV_{12}$	$2IV_7 = IV_6$	$2IV_7 = IV_6$	... 2															2 n = $\Lambda_1$				
10	$\times$	$IV_{13} \times 2IV_2$	$IV_{13}$	$IV_{13} = 2IV_2$	$IV_{13} = 2IV_2$	... 2 n - 1														$\frac{2 n}{2} = \Lambda_1$	$B_1, \frac{2 n}{2} = B_1 \Lambda_2$				
11	-	$-IV_{13} + 2IV_2$	$IV_{13}$	$IV_{13} = 2IV_2$	$IV_{13} = 2IV_2$	... 1														0	$\left\{ -\frac{1}{2} \frac{2n-1}{2n+1} + B_1, \frac{2n}{2} \right\}$			$B_1$	
12	-	$-IV_{13} - IV_2$	$IV_{13}$	$IV_{13} = IV_2$	$IV_{13} = IV_2$	... n - 2 (= 2)	1																		
13	-	$-IV_6 - IV_1$	$IV_6$	$IV_6 = IV_1$	$IV_6 = IV_1$	... 2 n - 1	1																		
14	+	$+IV_1 + IV_7$	$IV_7$	$IV_7 = IV_1$	$IV_7 = IV_1$	... 2 + 1 = 3	1																		
15	-	$-2IV_6 + 2IV_7$	$IV_7$	$IV_7 = 2IV_6$	$IV_7 = 2IV_6$	... 2 n - 1														2 n = $\Lambda_1$					
16	$\times$	$IV_8 \times 2IV_1$	$IV_8$	$IV_8 = 2IV_1$	$IV_8 = 2IV_1$	... 2 n - 1														$\frac{2 n}{2} = \Lambda_1$	$B_1, \frac{2 n}{2} = B_1 \Lambda_2$				
17	-	$-IV_8 - IV_1$	$IV_8$	$IV_8 = IV_1$	$IV_8 = IV_1$	... 2 n - 2	1													0	$\frac{2 n - 2}{2} = \Lambda_2$				
18.	+	$+IV_1 + IV_7$	$IV_7$	$IV_7 = IV_1$	$IV_7 = IV_1$	... 2 + 1 = 4	1													4					
19	-	$-2IV_6 + 2IV_7$	$IV_9$	$IV_9 = 2IV_6$	$IV_9 = 2IV_6$	... 2 - 2														$\frac{2 n - 2}{2} = \Lambda_2$	$\left\{ \frac{2 n - 2}{2}, \frac{2 n - 1}{3}, \frac{2 n - 2}{3} \right\}$				
20	$\times$	$IV_9 \times 2IV_1$	$IV_{14}$	$IV_{14} = 2IV_9$	$IV_{14} = 2IV_9$	... 2 n - 1													0						
21	$\times$	$IV_{13} \times 2IV_9$	$IV_{12}$	$IV_{12} = 2IV_{13}$	$IV_{12} = 2IV_{13}$	... 2 n - 1													0		$B_2 \Lambda_3$				
22	-	$-IV_{13} + 2IV_9$	$IV_{12}$	$IV_{12} = 2IV_{13}$	$IV_{12} = 2IV_{13}$	... 1														0	$\left\{ \Lambda_2 + B_1 \Lambda_1 + B_2 \Lambda_3 \right\}$			$B_2$	
23	-	$-2IV_6 - IV_2$	$IV_{10}$	$IV_{10} = 2IV_6$	$IV_{10} = 2IV_6$	... 1														0					$B_7$
24	$+$	$+W_{13} + W_{20}$	$IV_{24}$	$IV_{24} = W_{13}$	$IV_{24} = W_{13}$	= $B_7$																			
25	$+$	$+IV_1 + IV_7$	$IV_3$	$IV_3 = ov_5$	$IV_3 = ov_5$	$= +1 + 4 + 1 = 5$	1												0						
				$IV_3 = ov_6$	$IV_3 = ov_6$	by a Variable-const.																			
				$IV_3 = ov_7$	$IV_3 = ov_7$	by a Variable-const.																			

Here follows a repetition of Operations thirteen to twenty-three.

Рис.: Диаграмма Лавлейс, отображающая программу для Аналитической машины для вычисления чисел Бернулли (Викисклад).

# Алан Тьюринг



Рис.: Jon Callas, CC BY 2.0, Викисклад.

# Алан Тьюринг

► 1912-1954



Рис.: Jon Callas, CC BY 2.0, Викисклад.

# Алан Тьюринг

- ▶ 1912-1954
- ▶ Основоположник информатики и искусственного интеллекта



Рис.: Jon Callas, CC BY 2.0, Викисклад.

# Алан Тьюринг

- ▶ 1912-1954
- ▶ Основоположник информатики и искусственного интеллекта
- ▶ В 1936 году, использовал теоретическую "машину" чтобы доказать, что т. н. проблема остановки неразрешима



Рис.: Jon Callas, CC BY 2.0, Викисклад.

# Алан Тьюринг

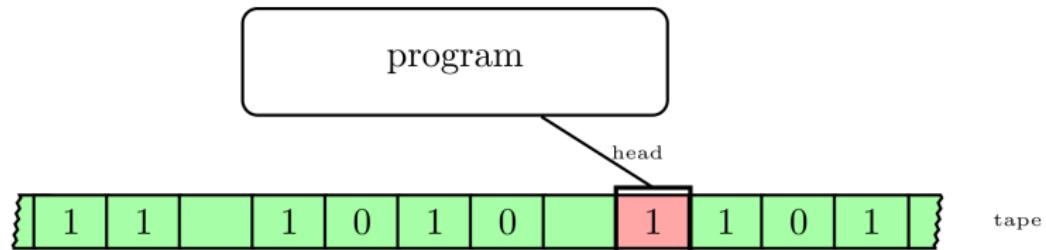
- ▶ 1912-1954
- ▶ Основоположник информатики и искусственного интеллекта
- ▶ В 1936 году, использовал теоретическую "машину" чтобы доказать, что т. н. проблема остановки неразрешима
- ▶ Сыграл центральную роль при взломе шифров во время второй мировой войны (включая шифр Энигмы)



Рис.: Jon Callas, CC BY 2.0, Викисклад.

# Машина Тьюринга

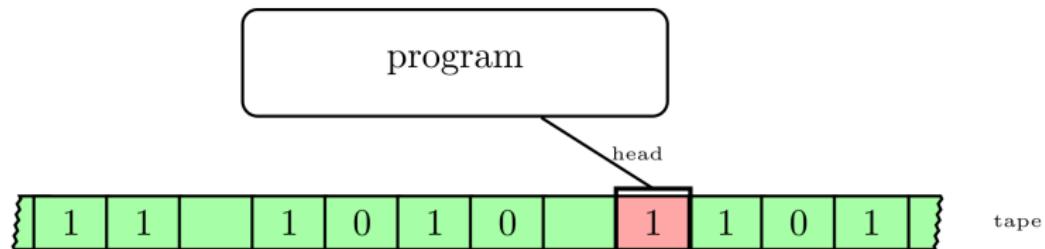
Машина Тьюринга состоит из:



# Машина Тьюринга

Машина Тьюринга состоит из:

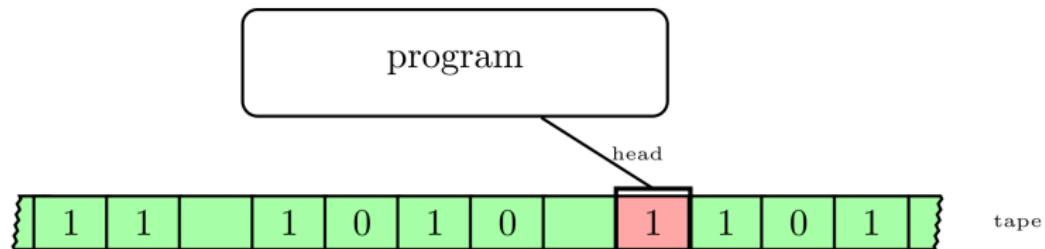
- алфавита  $A$  (конечное, непустое множество),



# Машина Тьюринга

Машина Тьюринга состоит из:

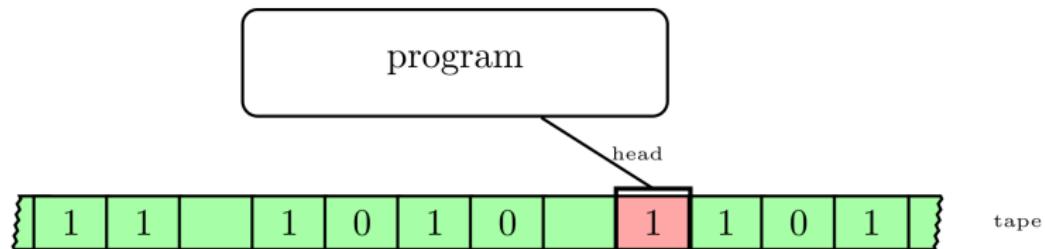
- ▶ алфавита  $A$  (конечное, непустое множество),
- ▶ пустого символа  $0 \in A$ ,



# Машина Тьюринга

Машина Тьюринга состоит из:

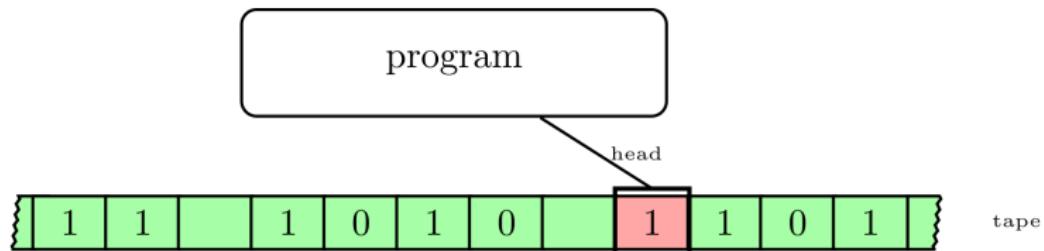
- ▶ алфавита  $A$  (конечное, непустое множество),
- ▶ пустого символа  $0 \in A$ ,
- ▶ ленты  $L : \mathbb{Z} \rightarrow A$ ,



# Машина Тьюринга

Машина Тьюринга состоит из:

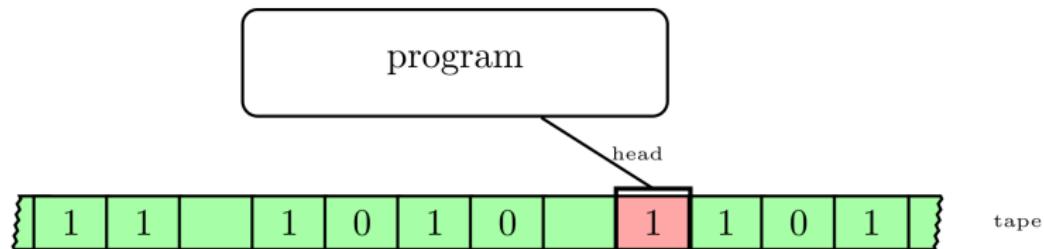
- ▶ алфавита  $A$  (конечное, непустое множество),
- ▶ пустого символа  $0 \in A$ ,
- ▶ ленты  $L : \mathbb{Z} \rightarrow A$ ,
- ▶ множества состояний  $S$  (конечное, непустое),



# Машин Тьюринга

Машин Тьюринга состоит из:

- ▶ алфавита  $A$  (конечное, непустое множество),
- ▶ пустого символа  $0 \in A$ ,
- ▶ ленты  $L : \mathbb{Z} \rightarrow A$ ,
- ▶ множества состояний  $S$  (конечное, непустое),
- ▶ начального состояния  $s_0 \in S$ ,

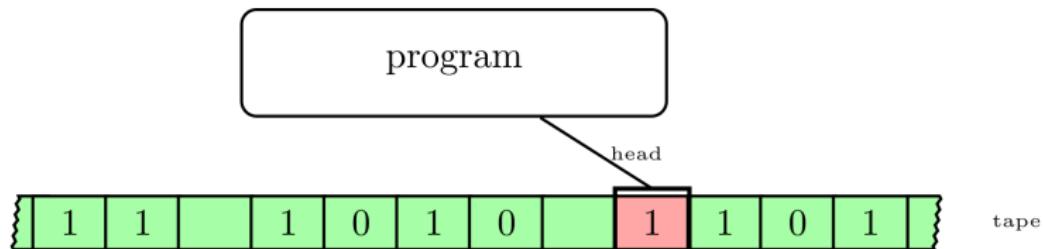


# Машин Тьюринга

Машин Тьюринга состоит из:

- ▶ алфавита  $A$  (конечное, непустое множество),
- ▶ пустого символа  $0 \in A$ ,
- ▶ ленты  $L : \mathbb{Z} \rightarrow A$ ,
- ▶ множества состояний  $S$  (конечное, непустое),
- ▶ начального состояния  $s_0 \in S$ ,
- ▶ частично определённой функции

$$\tau : Q \times A \rightharpoonup Q \times A \times \{L, R\}.$$



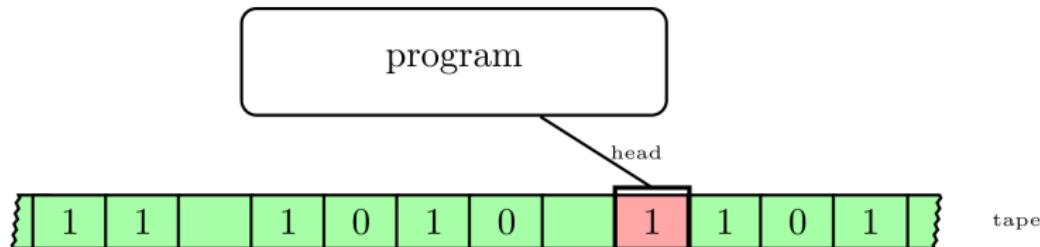
# МашинаТьюринга

МашинаТьюринга состоит из:

- ▶ алфавита  $A$  (конечное, непустое множество),
- ▶ пустого символа  $0 \in A$ ,
- ▶ ленты  $L : \mathbb{Z} \rightarrow A$ ,
- ▶ множества состояний  $S$  (конечное, непустое),
- ▶ начального состояния  $s_0 \in S$ ,
- ▶ частично определённой функции

$$\tau : Q \times A \rightharpoonup Q \times A \times \{L, R\}.$$

- ▶ Машина начинает исчисление в состоянии  $(q_0, L(0))$ , и продолжает до тех пор, пока не достигнет состояния, на котором  $\tau$  не определена.



## Источники

- ▶ Аристотель. *Политика*. 335-322 до н. э.
- ▶ Ada Augusta, Countess of Lovelace. *Notes to the Analytical Engine by L. F. Menabrea*. 1842.
- ▶ Рене Декарт. *Рассуждение о методе*. 1637.
- ▶ Martin Devecka. *Did the greeks believe in their robots?* The Cambridge Classical Journal, 2013.
- ▶ James Essinger. *Jacquard's web : how a hand-loom led to the birth of the information age*. Oxford University Press, 2007.
- ▶ Томас Гоббс. *De Corpore*. 1655.
- ▶ Leibniz: *Philosophical Essays*. Hackett, 1989.
- ▶ Джон Локк. *An Essay concerning Human Understanding*. Book III, *Of Words*. 1689.
- ▶ Берtrand Рассел. *History of western philosophy*. Routledge, 2004.
- ▶ Аллан Тьюринг. *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*. Proceedings of the London Mathematical Society, 1937.
- ▶ Аллан Тьюринг. *Computing Machinery and Intelligence*. Mind, 1950.
- ▶ Margaret Hamilton: *Apollo's Code*. Queen Elizabeth Prize for Engineering Foundation, 2016.

Благодарю за ваше внимание!