

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

Отчет по лабораторной работе №1

Тема: Машина Тьюринга

Вариант 10

Выполнил студент гр. 3530901/90002 _____ П. В. Рубинова
(подпись)

Руководитель _____ Д. С. Степанов
(подпись)

“ ____ ” _____ 2021 г.

Санкт-Петербург

2021

Постановка задачи:

Построить машину Тьюринга-Поста, решающую поставленную задачу.
Выполнить моделирование ее работы в одном из свободно доступных симуляторов.
Подготовить отчет, отвечающий предъявленным требованиям.

Формулировка задачи:

Перевод десятичного числа в двоичное.

Метод решения:

Перевод десятичного числа в двоичное выполнен последовательным вычитанием 2 с записью количества этих вычитаний. Таким образом происходит деление числа 10с.с. на 2. После того, как в процессе деления мы дошли до 0 или 1, те же действия проводятся с частным.

В конце получившиеся остатки от деления переворачиваются.

Алфавит:

_0123456789

X – зачеркнутые цифры;

S – Start – знак начала числа, которое нужно перевести в 2с.с.;

E – End – знак конца частного.

Положение головки:

Перед запуском – на S (после S записано число).

В конце – на следующем пробеле после ответа.

Решение:

	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁
0	X → Q ₁₇	0 → Q ₂	0 ← Q ₄	9 ← Q ₄	8 → Q ₆		0 → Q ₂		1 → Q ₁₂	1 → Q ₁₁	
1	1 → Q ₂	1 → Q ₂	1 ← Q ₄	0 → Q ₅	9 → Q ₆		1 → Q ₂		2 → Q ₁₂	2 → Q ₁₁	
2	2 → Q ₂	2 → Q ₂	0 → Q ₆	1 → Q ₅	2 → Q ₅		2 → Q ₂		3 → Q ₁₂	3 → Q ₁₁	
3	3 → Q ₂	3 → Q ₂	1 → Q ₆	2 → Q ₅	3 → Q ₅		3 → Q ₂		4 → Q ₁₂	4 → Q ₁₁	
4	4 → Q ₂	4 → Q ₂	2 → Q ₆	3 → Q ₅	4 → Q ₅		4 → Q ₂		5 → Q ₁₂	5 → Q ₁₁	
5	5 → Q ₂	5 → Q ₂	3 → Q ₆	4 → Q ₅	5 → Q ₅		5 → Q ₂		6 → Q ₁₂	6 → Q ₁₁	
6	6 → Q ₂	6 → Q ₂	4 → Q ₆	5 → Q ₅	6 → Q ₅		6 → Q ₂		7 → Q ₁₂	7 → Q ₁₁	
7	7 → Q ₂	7 → Q ₂	5 → Q ₆	6 → Q ₅	7 → Q ₅		7 → Q ₂		8 → Q ₁₂	8 → Q ₁₁	
8	8 → Q ₂	8 → Q ₂	6 → Q ₆	7 → Q ₅	8 → Q ₅		8 → Q ₂		9 → Q ₁₂	9 → Q ₁₁	
9	9 → Q ₂	9 → Q ₂	7 → Q ₆	8 → Q ₅	9 → Q ₅		9 → Q ₂		X ← Q ₁₀	X ← Q ₁₀	
X	X → Q ₁			X → Q ₁₅		X → Q ₁₅				0 → Q ₁₀	0 → Q ₁₁
S	S → Q ₁										
E		E ← Q ₉								0 → Q ₁₂	E ← Q ₁₂
⌊	⌊ ← Q ₆	⌊ ← Q ₃				⌊ → Q ₇	0 → Q ₈	E ← Q ₉		⌊ → Q ₁₃	E ← Q ₁₂

Рис. 1. Таблица состояний 1 – 11.


Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀	Q ₂₁	Q ₂₂	Q ₂₃
0 ← Q ₁₂			0 → Q ₁₅	0 → Q ₁₆	0 ↓ Q ₁	⌊ → Q ₁₉	0 → Q ₁₉	0 → Q ₂₀		0 ← Q ₂₂	0 → Q ₂₃
1 ← Q ₁₂			1 → Q ₁₅	1 → Q ₁₆	1 ↓ Q ₁	⌊ → Q ₂₀	1 → Q ₁₉	1 → Q ₂₀		1 ← Q ₂₂	1 → Q ₂₃
2 ← Q ₁₂				2 → Q ₁₆	2 ↓ Q ₁						
3 ← Q ₁₂				3 → Q ₁₆	3 ↓ Q ₁						
4 ← Q ₁₂				4 → Q ₁₆	4 ↓ Q ₁						
5 ← Q ₁₂				5 → Q ₁₆	5 ↓ Q ₁						
6 ← Q ₁₂				6 → Q ₁₆	6 ↓ Q ₁						
7 ← Q ₁₂				7 → Q ₁₆	7 ↓ Q ₁						
8 ← Q ₁₂				8 → Q ₁₆	8 ↓ Q ₁						
9 ← Q ₁₂				9 → Q ₁₆	9 ↓ Q ₁						
X ↓ Q ₁	1 → Q ₁₄	0 → Q ₁₄			0 → Q ₁₅	⌊ ← Q ₁₈					
S ↓ Q ₁						⌊ → Q ₂₃					
E ← Q ₁₂		0 → Q ₁₄		⌊ ← Q ₁₂			0 → Q ₂₁	1 → Q ₂₁			⌊ ↓ 
⌊ ← Q ₁₂		E ← Q ₁₂	X → Q ₁₆	E ← Q ₁₈	⌊ ← Q ₁₇	⌊ ← Q ₁₈	⌊ → Q ₁₉	⌊ → Q ₂₀	E ← Q ₂₂	⌊ ← Q ₁₈	⌊ → Q ₂₃

Рис. 2. Таблица состояний 12 – 23.

Описание функциональных состояний:

Q1-Q5 – Вычитание из делимого 2

Q1 – Убираем нули из начала делимого числа 10 С.С. (заменяем на X)

Q2 – Идем до конца числа (относится и к делимому и к частному).

Q3 – Так как, если последним разрядом делимого будут 0 или 1 – нужно проверять десятки. Идем это делать в Q4. Иначе вычитаем 2 и идем в Q6.

Q4 – Так как мы убрали все ненужные нули из начала - проблем возникнуть не должно. Вычитаем единицу и идем завершать вычитание 2 в Q5.

Q5 – Идем до последнего разряда и вычитаем из него 2 (если там были 0 или 1).

Q6-Q14 – Считаю частное (добавляю 1)

Q6 – Это состояние смешивает в себе 2: пропускаем пробел после того, как закончили вычитание (делимое меньше 2); заканчиваем, когда разделили четное число.

Q7 – Если на месте частного пока ничего нет- ставим 0 и идем в Q8, чтобы поставить знак конца «Е». Если на месте частного что-то есть - идем в Q2, чтобы дойти до конца частного.

Q8 – Если на месте частного ничего не было – ставим знак конца «Е» и идем в Q9.

Q9 – Добавляем 1 к частному. Если же младший разряд частного = 9 – идем в Q10, чтобы добавить разряд.

Q10 – Так как мы заменяли 9 на X, то, после добавления разряда, меняем их на 9. Если нужно менять разряд – идем в Q13,14.

Q11 – Если разряд добавлять не нужно – просто меняем 9 на 0 и идем в Q12, чтобы вернуться в начало.

Q12 – Возвращаемся в самое начало (пропускаем все, пока не дойдем до знака пропуска «X» или знака начала «S»).

Q13,14 – Добавляем справа разряд: убираем знак конца «Е» (меняем его на 0) и ставим его в следующей ячейке.

Q15-Q17 – Частное становится делимым

Q15 – Ставим X вместо пробела перед частным, как признак начала числа.

Q16 – Идем до конца числа и убираем «Е». С помощью Q12 возвращаемся в начало (до X) и начинаем деление (Q1).

Q17 – Чтобы нули не пропадали, меняем последний X на 0 (возвращаем).

Q18-Q23 – Переворачиваем оставшиеся на ленте числа и выводим ответ

Q18 – Перетаскиваем 0 и 1 в конец ответа. Если дошли до знака начала «S» - идем заканчивать в Q23.

Q19 – Перетаскиваем 0: идем до самого конца и вместо «Е» записываем 0. Далее, для записи Е справа переходим в Q21.

Q20 – Перетаскиваем 1: идем до самого конца и вместо «Е» записываем 1. Далее, для записи Е справа переходим в Q21.

Q21 – Записываем в конце «Е» (после того, как поменяли «Е» на 1 или 0).

Q22 – Пропускаем то, что уже написали (то есть пропускаем все, пока не найдем пробел или «X»), и идем искать новые части ответа (пока не дойдем до S).

Q23 – Мы нашли «S», что значит – ответ готов. Осталось убрать его, дойти до конца, убрать «Е» и закончить.

Пример:

Рассмотрим следующий пример: перевод числа 26 в двоичную систему счисления.

-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
					S	0	2	6					

Рис. 3. Начальное состояние ленты.

-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			S	X	2	4		1	E			

Рис. 3. Зачеркнуты нули вместо десятков у делимого. Произвели первое вычитание 2 и записали единицу в частное.

-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			S	X	X	6		1	0	E			

Рис. 4. Разрядность частного увеличилась.

Закончили деление числа на 2. Теперь начинаем делать то же самое с получившимся частным:

-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			S	X	X	0	X	1	1		1	E			

Рис. 5. Произвели первое вычитание и записали 1 в остатке.

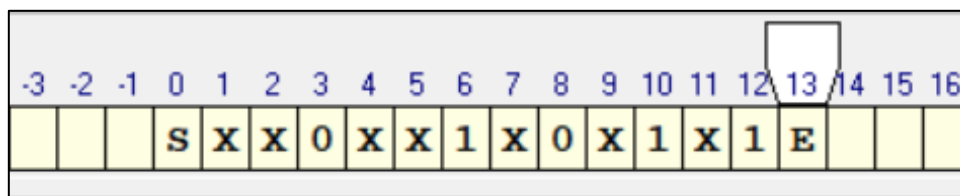


Рис. 6. Закончили деление. Теперь переворачиваем число.

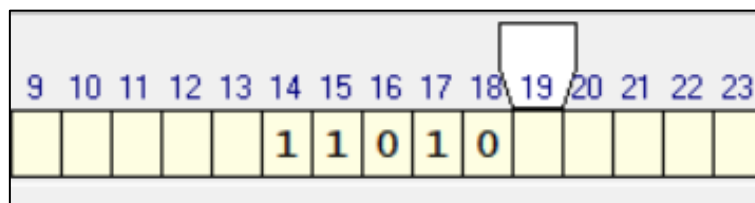


Рис. 7. Конечное состояние ленты.

Диаграмма состояний:

На диаграмме пробел обозначен символом «B».

Символом «|» обозначен момент, когда головка не двигается (ни вправо, ни влево).

Также отдельные состояния отмечены цветами:

- Оранжевый – Состояния Q1-Q5 - Вычитание из делимого 2.
- Голубой – Состояния Q6-Q14 – Считаем частное.
- Зеленый – Состояния Q15-Q17 – Делаем частное делимым.
- Розовый – Состояния Q18-Q23 – Переворачиваем оставшиеся на ленте числа и выводим ответ.
- Красный – Конечное (нулевое) состояние.

