

## **Отчёт по лабораторной работе № 1**

Дисциплина: Низкоуровневое программирование

Тема: машина Тьюринга-Поста

Вариант: 5

Выполнил студент гр. 3530901/90002 \_\_\_\_\_ Е. В. Бурков  
(подпись)

Принял преподаватель \_\_\_\_\_ Д. С. Степанов  
(подпись)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 г.

## Формулировка задачи

Необходимо построить машину Тьюринг-Поста, решающую задачу перевода десятичного числа в унитарный код. Выполнить моделирование её работы в симуляторе.

## Алфавит машины

Алфавит машины состоит из 10 десятичных цифр (с 0 до 9 соответственно) и пробельного символа. Далее, для удобства прочтения пробельный символ будет обозначаться как “В”.

## Кодирование чисел

Десятичное число будет записано в привычном формате. Результат будет представлен в унитарном коде.

Унитарный код (или one-hot) – двоичный код, содержащий только одну 1. *Пример: 7 в унитарном коде будет представлено как “10000000”.*

## Формат данных и положение головки

Перед началом работы на входной ленте должно быть представлено десятичное число X. Остальные ячейки должны быть заполнены пробельными символами. Головка должна указывать на старший разряд числа X.

В результате работы машины на ленте кроме пробельных символов будет находиться представление нашего числа в унитарном коде. Головка будет указывать на начало числа.

## Примеры

В следующей таблице (табл. 1) представлены примеры входных и выходных лент.

Табл. 1 Примеры работы устройства

Входная лента	Выходная лента	Комментарий
..B11B... Λ	..B1000000000000B... Λ	Обычный перевод в унитарный код.
..B0B... Λ	..B1B... Λ	Ноль в унитарном коде можно представить как одну единицу.
..BBB... Λ	..BBB... Λ	На вход не было подано число и машина ничего не вывела.
..B11B232B... Λ	<b>undefined behavior</b>	Необходимо, чтобы лента была заполнена пробелами.

## Описание работы

Закодированный алгоритм в данной машине прост: вычитаем единицу из десятичного числа и прибавляем единицу к унитарному числу. В начале исполнения головка проходит мимо десятичного числа, не изменяя его. После через “В” ставит единицу, это начало этого числа в унитарном коде. После машина переходит в младший разряд числа и вычитает единицу. При вычитании также есть контроль переносов. После очередного вычитания головка переходит к унитарному числу и добавляет в его конец ноль, что означает прибавление единицы. Так повторяется пока десятичное число не превратиться в ноль, на этом шаге машина переходит в 10 состояние и переносит каретку в старший разряд унитарного числа. В конце не производится инкрементация унитарного числа из-за того, что мы в начале работы уже поставили единицу, которая “отвечает за ноль”.

## Описание управляющего автомата

Для объяснения работы управляющего автомата сначала приведём формальное описание всех состояний, а после продемонстрируем граф переходов.

Q1 – начальное состояние. Если число равно нулю, то сразу выводим единицу и завершаем работу. Если под головкой нету цифры, то завершаем работу. В ином случае переходим к состоянию 9.

Q9 – данное состояние отвечает за проход по цифрам слева направо до пробела. Как только будет достигнут “В” переходим в состояние 6.

Q6 – данное состояние отвечает за установку единицы в начало нашего результата. Также, при переходе в него из Q5 переводит автомат в состояние 7.

Q7 – проходит по ещё не сформированному результату и ставит 0 в конец.

Q8 – Возвращение головки в младший разряд числа.

Q2 – Перемещение головки по цифрам до пробельного символа.

Q3 – вычитание единицы из десятичного числа. Если цифра 0, то остаёмся в этом состоянии пока не вычтем из старшего разряда. Если это не удаётся сделать, то число рано нулю и можно переходить в **финальное десятое состояние**.

Q4 – коррекция числа, когда ноль в старшем разряде. Если коррекция была выполнена, или в ней не было необходимости, то переходим в состояние Q5.

Q5 – переход обратно к унитарному коду, для работы с ним.

Q10 – Удаление нулей и остановки головки на начале результата.

**Граф переходов с таблицей представлен на рисунке 1 и таблице 2.**

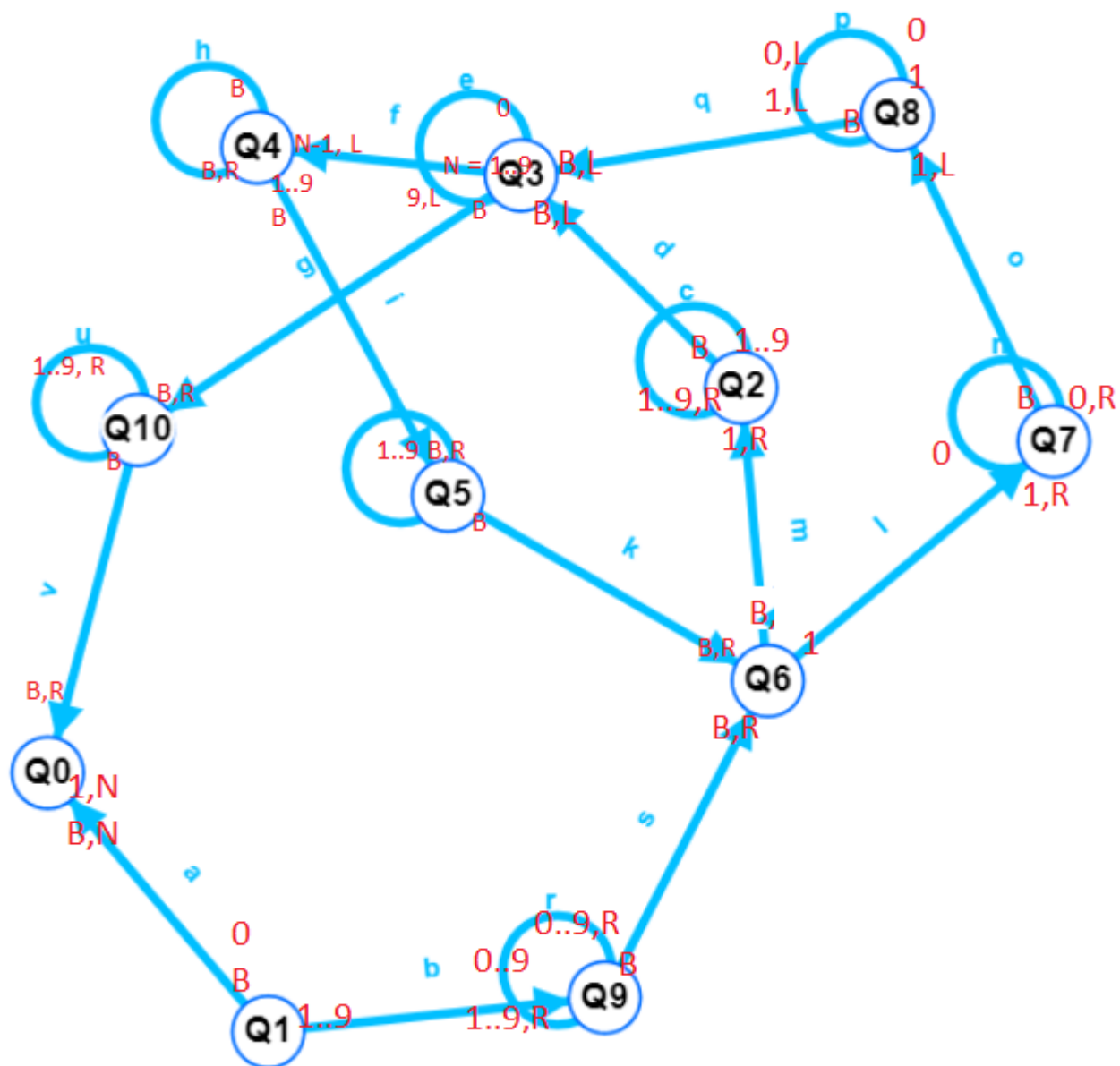


Рис. 1 Граф переходов КА

Табл.2 Короткие пояснения к переходам

Переход	Описание
A	Выход при некорректной записи числа
B	Переход к поиску конца числа
C	Переход к младшему разряду
D	Начало унитарного числа
E	Вычитание, если цифра ноль
F	Вычитание если цифры 1-9
G	Переход к унитарному числу
H	Проверка на ноль, если заимствовались разряды
I	Если число кончилось
J (Q5 loop)	Проход через десятичное число влево
K	В состояние увеличения результата
L	Единица найдена, можно искать пробел и ставить там ноль
M	Запись единицы в начале унитарного кода
N	Перебор нулей
O	Возвращение к числу
P	Проход через унитарное число влево
Q	Возвращение к пробелу между числами
R	Перебор числа
S	Переход к записи унитарного числа
U	Удаление остатка числа
V	Перевод каретки в начало результата

## Примеры работы

В качестве примера рассмотрим перевод числа 12 в унитарный код.

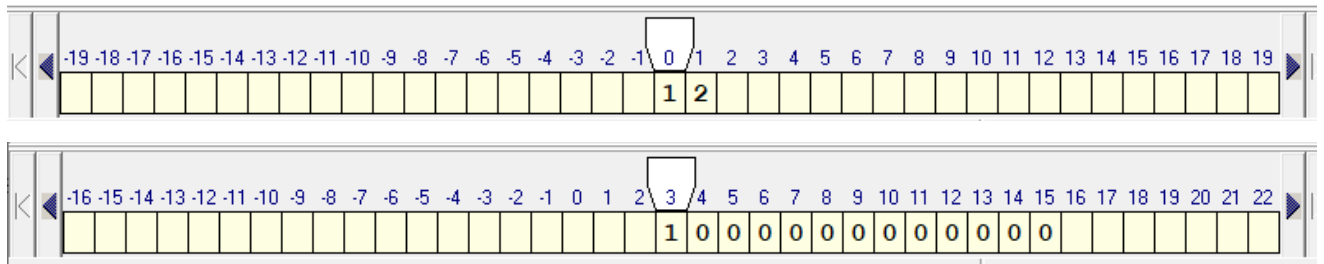


Рис. 2 Пример работы

В данной лабораторной работе мной была построена машина Пост-Тьюринга, удовлетворяющая выданному мне индивидуальному заданию.

## Листинг

На рисунке 3 можно увидеть скриншот симулятора, с введённой машиной, которая получилась в результате моего синтеза.

Машина Тьюринга: D:\projects\lowlevelprog\lowlevelprog\lab1\src\decToUnary.tur

Файл Лента Выполнение Скорость ?

Условие задачи:

ВАРИАНТ 5) Перевод десятичного кода в унитарный.

Алфавит 0123456789

Ш Ш Ш Ш

	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>9</sub>	Q <sub>10</sub>
0	1 → Q <sub>1</sub>	0 → Q <sub>2</sub>	9 → Q <sub>3</sub>	→ Q <sub>4</sub>	0 → Q <sub>5</sub>		0 → Q <sub>7</sub>	0 → Q <sub>8</sub>	0 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
1	1 → Q <sub>9</sub>	1 → Q <sub>2</sub>	0 → Q <sub>4</sub>	1 → Q <sub>5</sub>	1 → Q <sub>5</sub>	1 → Q <sub>7</sub>		1 → Q <sub>8</sub>	1 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
2	2 → Q <sub>9</sub>	2 → Q <sub>2</sub>	1 → Q <sub>4</sub>	2 → Q <sub>5</sub>	2 → Q <sub>5</sub>				2 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
3	3 → Q <sub>9</sub>	3 → Q <sub>2</sub>	2 → Q <sub>4</sub>	3 → Q <sub>5</sub>	3 → Q <sub>5</sub>				3 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
4	4 → Q <sub>9</sub>	4 → Q <sub>2</sub>	3 → Q <sub>4</sub>	4 → Q <sub>5</sub>	4 → Q <sub>5</sub>				4 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
5	5 → Q <sub>9</sub>	5 → Q <sub>2</sub>	4 → Q <sub>4</sub>	5 → Q <sub>5</sub>	5 → Q <sub>5</sub>				5 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
6	6 → Q <sub>9</sub>	6 → Q <sub>2</sub>	5 → Q <sub>4</sub>	6 → Q <sub>5</sub>	6 → Q <sub>5</sub>				6 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
7	7 → Q <sub>9</sub>	7 → Q <sub>2</sub>	6 → Q <sub>4</sub>	7 → Q <sub>5</sub>	7 → Q <sub>5</sub>				7 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
8	8 → Q <sub>9</sub>	8 → Q <sub>2</sub>	7 → Q <sub>4</sub>	8 → Q <sub>5</sub>	8 → Q <sub>5</sub>				8 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
9	9 → Q <sub>9</sub>	9 → Q <sub>2</sub>	8 → Q <sub>4</sub>	9 → Q <sub>5</sub>	9 → Q <sub>5</sub>				9 → Q <sub>9</sub>	→ Q <sub>10</sub>
→	→ Q <sub>1</sub>	→ Q <sub>3</sub>	→ Q <sub>10</sub>	→ Q <sub>5</sub>	→ Q <sub>6</sub>	1 → Q <sub>2</sub>	0 → Q <sub>8</sub>	→ Q <sub>3</sub>	→ Q <sub>6</sub>	→ Q <sub>10</sub>

Q1  
Ини  
ци  
а  
ли  
за  
и  
Ес  
ли  
чи  
ло  
ра  
но  
ну  
ю,  
то  
ег  
ун  
та  
ны  
й  
ко  
бу

Рис. 3 Симулятор машины Тьюринга