

Донецкий национальный технический университет

**Факультет компьютерных наук и технологий
Кафедра «Прикладная математика»**

Ю.Н. Добровольский

**Реализация машины Тьюринга на персональ-
ном компьютере**

(Учебно-методическое пособие)

**Для студентов специальности
«Прикладная математика»**

Донецк 2018

Государственное образовательное учреждение высшего профессио-
нального образования
«Донецкий национальный технический университет»

Факультет компьютерных наук и технологий
Кафедра прикладной математики

Ю.Н. Добровольский

**Реализация машины Тьюринга на персональ-
ном компьютере**

(Учебно-методическое пособие)

**Для студентов специальности
«Прикладная математика»**

Рассмотрено
на заседании кафедры ПМ
протокол № _ от “_” _____ 2018 г.

Утверждено
учебно-издательским советом ДонНТУ
протокол №_ от “_” _____ 2018 г.

Донецк 2018

УДК 681.3.07

Добровольский Ю.Н. Реализация машины Тьюринга на персональном компьютере. Решение задач. (Учебно-методическое пособие)-Д: ДонНТУ, 2018. – 10 с.

Пособие посвящено составлению программ для машины Тьюринга на персональном компьютере.

В первую очередь предназначено для студентов имеющих опыт составление программ в бумажном формате.

Пошаговое выполнение программы для машины Тьюринга на компьютере дает наглядность, что способствует глубже понять и осмыслить процесс решения задачи.

Все программы, которые предлагаются в данном пособии, подробно описаны в пособии:

Павлыш В.Н, Добровольский Ю.Н. Машина Тьюринга, алгоритмы Маркова, рекурсивные функции. Решение задач. (Учебно-методическое пособие)-Д: ДонНТУ, 2018. – 34с.

Автор:

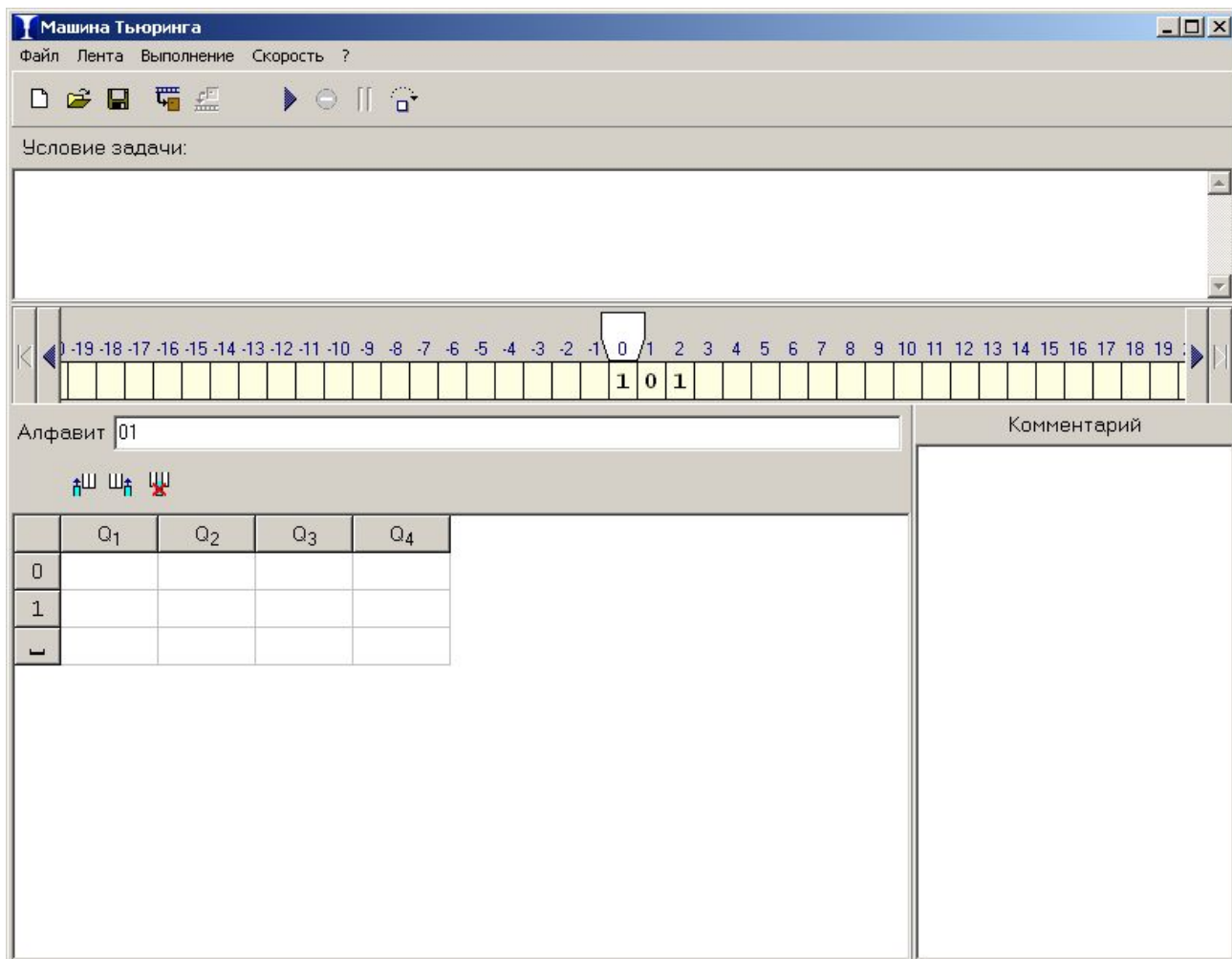
Ю.Н. Добровольский

Отв. за выпуск:

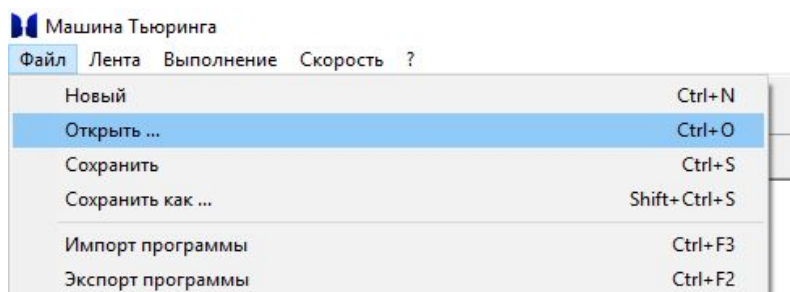
В.Н. Павлыш, д.т.н., профессор

© ГОУВПО ДонНТУ. 2018

Для создания программы для машины Тьюринга нужен один единственный файл **turing.exe**. После запуска этого файла, мы видим следующее стандартное окно:

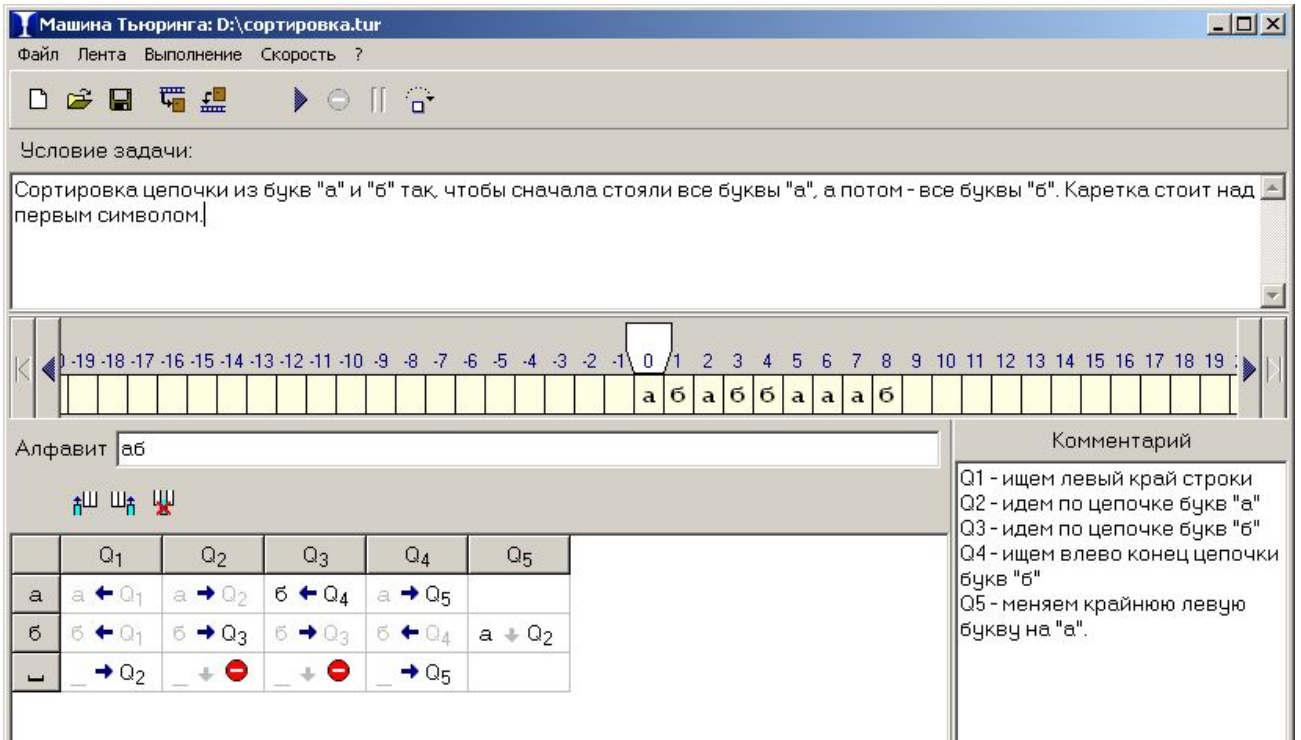


Для того, чтобы произвести **загрузку или выгрузку файла программы** для МТ необходимо перейти во вкладку **Файл**, в верхнем левом углу и выбрать соответствующие подменю **Новый**, **Открыть**, **Сохранить**, **Сохранить как**:



Чтобы произвести **экспорт кода программы или импорт в текстовый файл** – используется подменю **Файл**→**Импорт(экспорт)** программы.

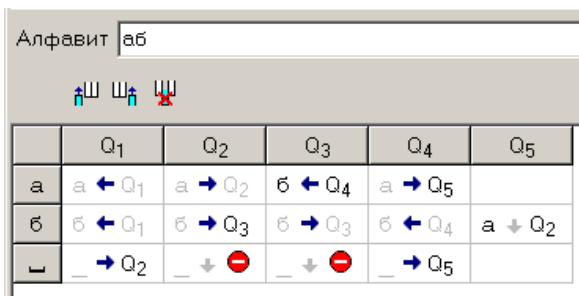
Давайте попробуем экспортировать написанную нами программу в файл. У нас есть программа:



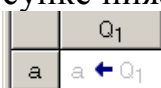
Используем подменю: **Файл**→**Экспорт программы** и выбираем куда его сохранить. Файл, который будет создан или загружен будет иметь расширение **.txt** и будет иметь вид:



А теперь сравним табличку в программе и табличку на выходе в текстовый файл:



Соответственно, чтобы записать в программе значение в ячейке, как на рисунке ниже, необходимо:



Дважды кликаем мышкой по ячейке и вводим **а<1** . Затем нажимаем **Enter**. Перед этим не забываем указать алфавит.

Читается этот элемент таблички так : «Если автомат находится в состоянии Q1 и обозревает на ленте «а», то записывает он в ячейку «а», переходит в состояние Q1, а головка смещается влево.»

Давайте разберем на примере другой ячейки, на пересечении строки «б» и столбца «Q5», что же за запись таится в ней:

Алфавит		аб				
		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅
а		а ← Q ₁	а → Q ₂	б ← Q ₄	а → Q ₅	
б		б ← Q ₁	б → Q ₃	б → Q ₃	б ← Q ₄	а ↓ Q ₂
_		_ → Q ₂	_ ↓	_ ↓	_ → Q ₅	

Читается этот элемент таблички так : «Если автомат находится в состоянии Q5 и обозревает на ленте «б», то записывает он в ячейку «а», переходит в состояние Q2, а головка остается на месте.»

Записи в ячейках означают:

→ - Автомат смещает головку вправо.

← - Автомат смещает головку влево.

↓ - Автомат не смещает головку

- Автомат завершает свою работу.

_ (нижнее подчеркивание) – это запись пустого символа в ячейку таблицы.

Как записать символы в ячейку?

→ - Символ на английской раскладке клавиатуры «>».

← - Символ на английской раскладке клавиатуры «<».

↓ - Просто ставите точку «.»

- Ставите ноль «0».

Составление программ для машины Тьюринга на персональном компьютере.

Пример 1 (перемещение автомата, замена символов)

$A=\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$. Пусть P – непустое слово; значит, P – это последовательность из десятичных цифр. Требуется получить на ленте запись числа, которое на 1 больше числа P .

Условие задачи:

Пример1 (перемещение автомата, замена символов)
 $A=\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$. Пусть P - непустое слово; значит, P - это последовательность из десятичных цифр. Требуется получить на ленте запись числа, которое на 1 больше числа P .
 Начальное положение - автомат находится под первой цифрой числа.

Алфавит 0123456789

	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
0	0 → Q ₁	1 +		
1	1 → Q ₁	2 +		
2	2 → Q ₁	3 +		
3	3 → Q ₁	4 +		
4	4 → Q ₁	5 +		
5	5 → Q ₁	6 +		
6	6 → Q ₁	7 +		
7	7 → Q ₁	8 +		
8	8 → Q ₁	9 +		
9	9 → Q ₁	0 + Q ₂		
_	→ Q ₂	1 +		

Комментарий

Q1 - движение под последнюю цифру числа.
 Q2 - прибавление 1.

Пример 2 (анализ символов)
 $A=\{a,b,c\}$. Перенести первый символ непустого слова P в его конец.

Условие задачи:

Пример2 (анализ символов)
 $A=\{a,b,c\}$. Перенести первый символ непустого слова P в его конец.
 Автомат находится под первым символом.

Алфавит abc

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
a	$_ \rightarrow Q_2$	$a \rightarrow Q_2$	$a \rightarrow Q_3$	$a \rightarrow Q_4$
b	$_ \rightarrow Q_3$	$b \rightarrow Q_2$	$b \rightarrow Q_3$	$b \rightarrow Q_4$
c	$_ \rightarrow Q_4$	$c \rightarrow Q_2$	$c \rightarrow Q_3$	$c \rightarrow Q_4$
$_$	$_ \rightarrow Q_1$	$a +$	$b +$	$c +$

Комментарий
 анализ 1-го символа, удаление его, разветвление.
 Q_2 - запись a справа,
 Q_3 - запись b справа
 Q_4 - запись c справа

Пример 3 (сравнение символов, стирание слова)
 $A=\{a,b,c\}$. Если первый и последний символы (непустого) слова P одинаковы, тогда это слово не менять, а иначе заменить его на пустое слово.

Условие задачи:

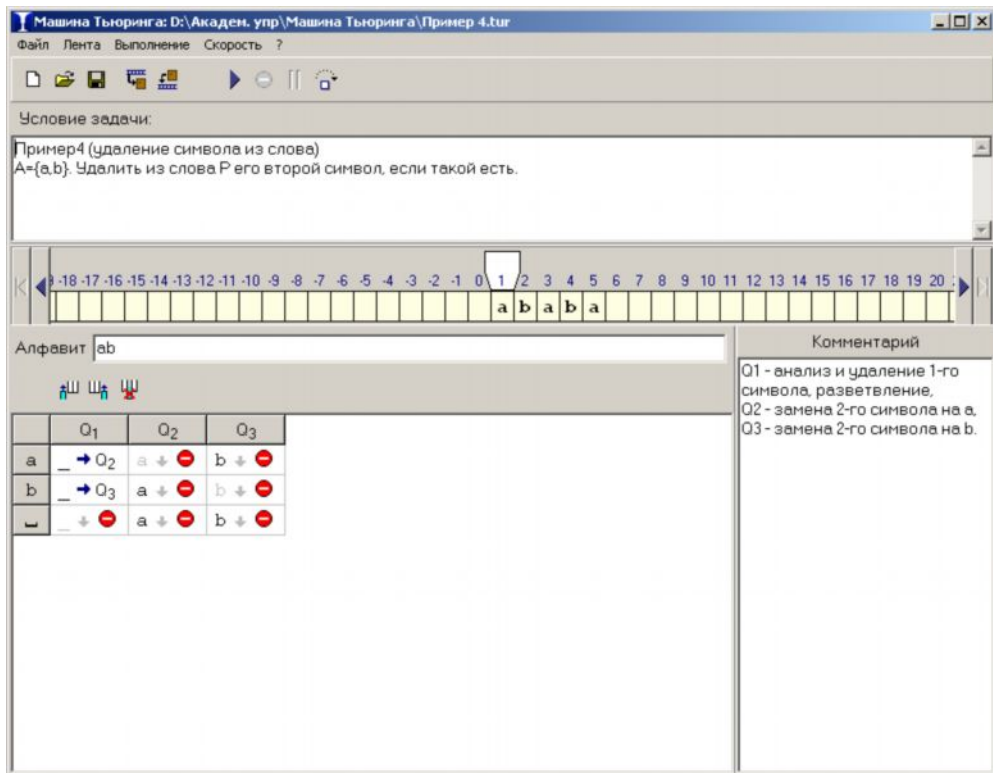
Пример3 (сравнение символов, стирание слова)
 $A=\{a,b,c\}$. Если первый и последний символы (непустого) слова P одинаковы, тогда это слово не менять, а иначе заменить его на пустое слово.

Алфавит abc

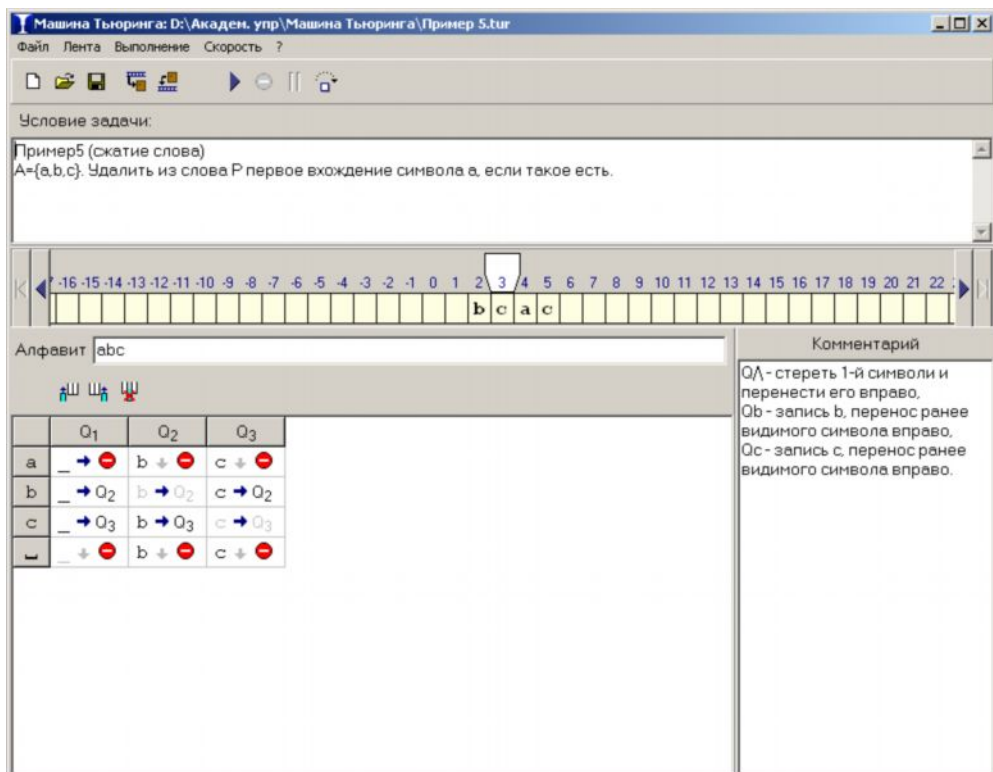
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8
a	$a \rightarrow Q_2$	$a \rightarrow Q_2$	$a +$	$a \rightarrow Q_4$	$a \rightarrow Q_8$	$a \rightarrow Q_5$	$a \rightarrow Q_8$	$_ \leftarrow Q_8$
b	$b \rightarrow Q_4$	$b \rightarrow Q_2$	$b \rightarrow Q_8$	$b \rightarrow Q_4$	$b +$	$b \rightarrow Q_6$	$b \rightarrow Q_8$	$_ \leftarrow Q_8$
c	$c \rightarrow Q_6$	$c \rightarrow Q_2$	$c \rightarrow Q_8$	$c \rightarrow Q_4$	$c \rightarrow Q_8$	$c \rightarrow Q_5$	$c \rightarrow Q_8$	$_ \leftarrow Q_8$
$_$	$_ +$	$_ \leftarrow Q_3$		$_ \leftarrow Q_5$		$_ \leftarrow Q_7$		$_ +$

Комментарий
 Q_1 - анализ 1-го символа, разветвление.
 Q_2 - идти к последнему символу при 1-м символе a.
 Q_3 - сравнить посл. символ с a, не равны - на q8 (стереть P).
 Q_4 - аналогично при 1-м символе b.
 Q_6 - аналогично при 1-м символе c.
 Q_8 - стереть всё слово, двигаясь справа налево.

Пример 4 (удаление символа из слова)
 $A=\{a,b\}$. Удалить из слова P его второй символ, если такой есть.



Пример 5 (сжатие слова)
 $A=\{a,b,c\}$. Удалить из слова P первое вхождение символа a , если такое есть.



Пример 6 (вставка символа в слово)
 $A=\{a,b,c\}$. Если P – непустое слово, то за его первым символом вставить символ a .

Условие задачи:
 Пример6 (вставка символа в слово)
 $A=\{a,b,c\}$. Если P - непустое слово, то за его первым символом вставить символ a .

Алфавит abc

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
a	$a \leftarrow Q_2$				$a \rightarrow$ \ominus
b	$b \leftarrow Q_3$				$a \rightarrow$ \ominus
c	$c \leftarrow Q_4$				$a \rightarrow$ \ominus
$_$	$_ \rightarrow \ominus$	$a \rightarrow Q_5$	$b \rightarrow Q_5$	$c \rightarrow Q_5$	

Комментарий
 Q_1 - анализ 1-го символа для переноса его влево,
 Q_2 - приписать a слева,
 Q_3 - приписать b слева,
 Q_4 - приписать c слева,
 Q_5 - заменить бывший 1-й символ на a.

Пример7 (раздвижка слова)
 $A=\{a,b,c\}$. Вставить в слово P символ a за первым входжением символа c , если такое есть.

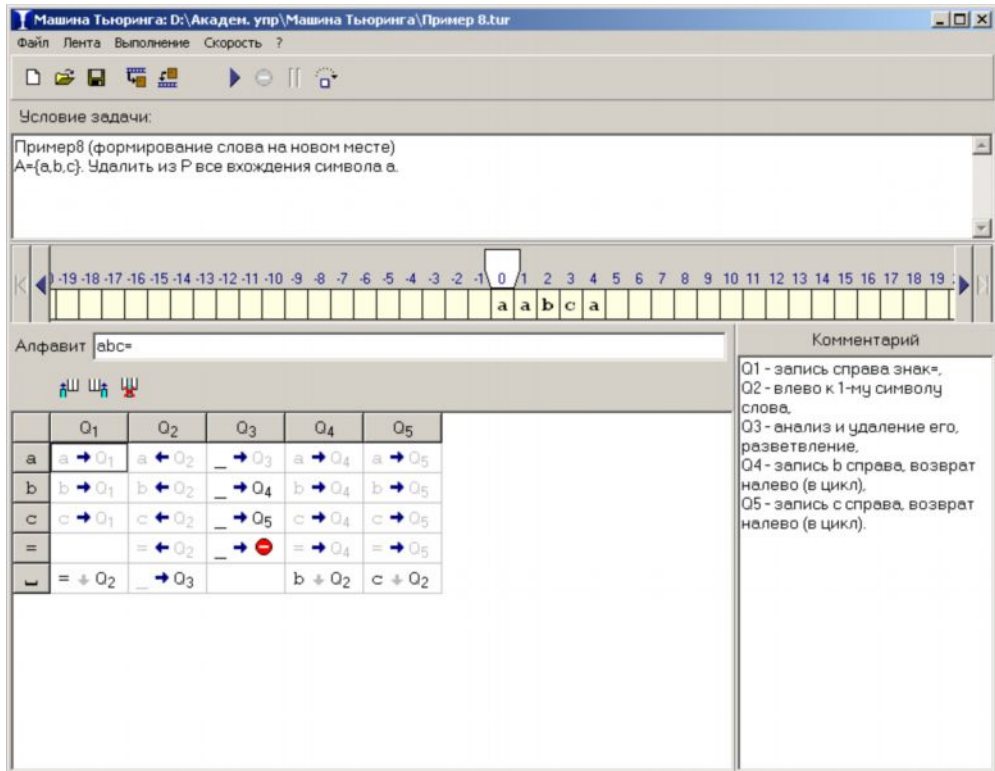
Условие задачи:
 Пример7 (раздвижка слова)
 $A=\{a,b,c\}$. Вставить в слово P символ a за первым входжением символа c , если такое есть.

Алфавит abc

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
a	$a \rightarrow Q_1$	$a \leftarrow Q_2$	$b \leftarrow Q_2$	$c \leftarrow Q_2$
b	$b \rightarrow Q_1$	$a \leftarrow Q_3$	$b \leftarrow Q_3$	$c \leftarrow Q_3$
c	$a \leftarrow Q_4$	$a \leftarrow Q_4$	$b \leftarrow Q_4$	$c \leftarrow Q_4$
$_$	$_ \rightarrow \ominus$	$a \rightarrow \ominus$	$b \rightarrow \ominus$	$c \rightarrow \ominus$

Комментарий
 Q_1 - вправо до c, вставка a вместо c, перенос c влево,
 Q_2 - перенос a справа,
 Q_3 - перенос b справа,
 Q_4 - перенос c справа.

Пример8 (формирование слова на новом месте)
 $A=\{a,b,c\}$. Удалить из P все вхождения символа a .



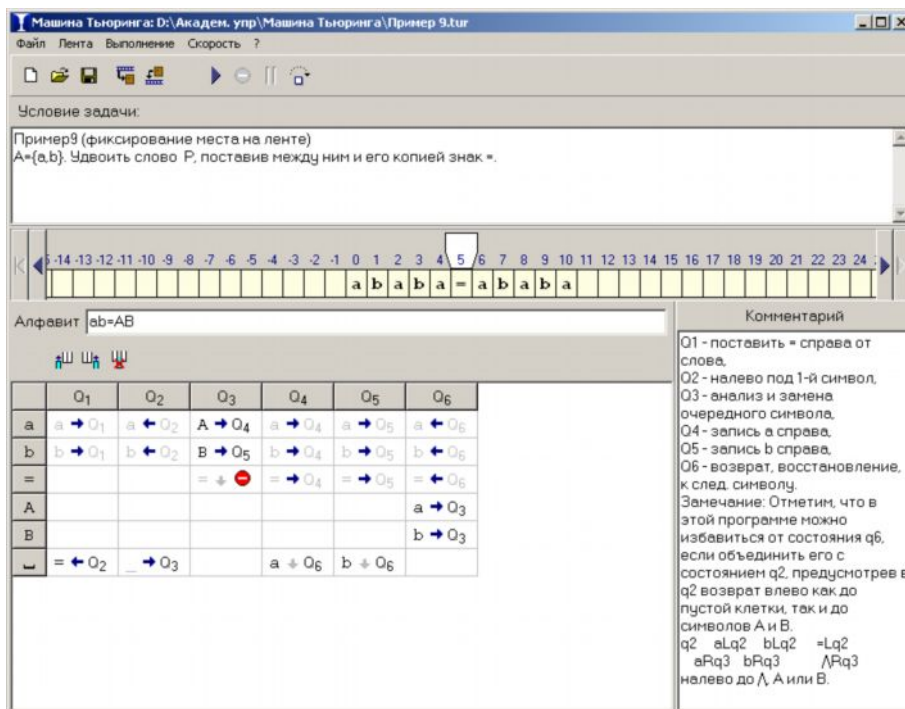
Условие задачи:
 Пример8 (формирование слова на новом месте)
 $A=\{a,b,c\}$. Удалить из P все вхождения символа a .

Алфавит: abc

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
a	$a \rightarrow Q_1$	$a \leftarrow Q_2$	$_ \rightarrow Q_3$	$a \rightarrow Q_4$	$a \rightarrow Q_5$
b	$b \rightarrow Q_1$	$b \leftarrow Q_2$	$_ \rightarrow Q_4$	$b \rightarrow Q_4$	$b \rightarrow Q_5$
c	$c \rightarrow Q_1$	$c \leftarrow Q_2$	$_ \rightarrow Q_5$	$c \rightarrow Q_4$	$c \rightarrow Q_5$
=		$= \leftarrow Q_2$	$_ \rightarrow Q_5$	$= \rightarrow Q_4$	$= \rightarrow Q_5$
$_$	$= \rightarrow Q_2$	$_ \rightarrow Q_3$		$b \rightarrow Q_2$	$c \rightarrow Q_2$

Комментарий
 Q_1 - запись справа знак=
 Q_2 - влево к 1-му символу слова.
 Q_3 - анализ и удаление его, разветвление.
 Q_4 - запись b справа, возврат налево (в цикл).
 Q_5 - запись c справа, возврат налево (в цикл).

Пример9 (фиксирование места на ленте)
 $A=\{a,b\}$. Удвоить слово P , поставив между ним и его копией знак $=$.



Условие задачи:
 Пример9 (фиксирование места на ленте)
 $A=\{a,b\}$. Удвоить слово P , поставив между ним и его копией знак $=$.

Алфавит: ab=A

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6
a	$a \rightarrow Q_1$	$a \leftarrow Q_2$	$A \rightarrow Q_4$	$a \rightarrow Q_4$	$a \rightarrow Q_5$	$a \leftarrow Q_6$
b	$b \rightarrow Q_1$	$b \leftarrow Q_2$	$B \rightarrow Q_5$	$b \rightarrow Q_4$	$b \rightarrow Q_5$	$b \leftarrow Q_6$
=			$= \rightarrow Q_4$	$= \rightarrow Q_4$	$= \rightarrow Q_5$	$= \leftarrow Q_6$
A						$a \rightarrow Q_3$
B						$b \rightarrow Q_3$
$_$	$= \leftarrow Q_2$	$_ \rightarrow Q_3$		$a \rightarrow Q_6$	$b \rightarrow Q_6$	

Комментарий
 Q_1 - поставить '=' справа от слова.
 Q_2 - налево под 1-й символ.
 Q_3 - анализ и замена очередного символа.
 Q_4 - запись a справа.
 Q_5 - запись b справа.
 Q_6 - возврат, восстановление, к след. символу.
 Замечание: Отметим, что в этой программе можно избавиться от состояния q_6 , если объединить его с состоянием q_2 , предусмотрев в q_2 возврат влево как до пустой клетки, так и до символов A и B.
 q_2 aLq2 bLq2 =Lq2
 aRq3 bRq3 ^Rq3
 налево до ^, A или B.

Замечание. Если в ячейке отсутствует команда, то это означает, что такая конфигурация недопустима.