

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Космических и информационных технологий  
институт  
Кафедра «Информатика»  
кафедра

## ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Лабораторная работа №3. Автоматы с магазинной памятью, контекстно-  
свободные грамматики и языки  
тема

Преподаватель

подпись, дата

А.С. Кузнецов

инициалы, фамилия

Студент

КИ18-166 031831229

номер группы, зачетной книжки

подпись, дата

В.А. Прекель

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

# **1 Цель работы с постановкой задачи**

## **1.1 Цель работы**

Исследование автоматов с магазинной памятью, контекстно-свободных грамматик и свойств контекстно-свободных языков, а также доказательство принадлежности языков к классу контекстно-свободных.

## **1.2 Задача работы**

Для выполнения практической работы:

1. Необходимо с использованием системы JFLAP, построить МПА, предназначенный для распознавания заданного языка, либо формально доказать невозможность этого. Если не оговорено особо, то алфавитом является набор  $\{a, b, c\}$ . Запись  $n_s(w)$  означает количество символов  $s$  в цепочке  $w$ . Предложить программную реализацию МПА.

2. Необходимо с использованием системы JFLAP, построить контекстно-свободную грамматику, описывающую заданный язык, который может быть распознан алгоритмом перебора или управляемым пользователем, или формально доказать невозможность этого.

3. Необходимо доказать контекстно-свободность либо ее отсутствие для предложенных системой JFLAP языков с применением леммы о разрастании контекстно-свободных языков. Привести пошаговое выполнение доказательства.

4. Доказать формально контекстно-свободность либо ее отсутствие заданных языков. Для доказательства рекомендуется использовать лемму о разрастании контекстно-свободных языков.

### 1.3 Полученное задание

Вариант 13.

Часть 1. Вариант 13. Язык  $L_{13} = \{w_1cw_2 : w_1 \neq w_2R, \text{ и } w_1, w_2 \text{ принадлежат } \{a, b\}^*\}$ .

Часть 2. Вариант 13. Язык  $L_{29} = \{w \text{ принадлежит } \{a, b, c\}^* : na(w) + nb(w) \neq nc(w), m \geq 0, n \geq 0\}$ .

Часть 3. Согласно нумерации в JFLAP, с 1 по 13.

Часть 4. Вариант 13. Язык  $L_{45} = \{a^n * m : n \text{ и } m \text{ — простые числа}\}$ .

### 2 Инструкция по запуску программы, реализующей МПА

1. Установить .NET SDK 5.0  
<https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet/5.0> (Linux -  
<https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/core/install/linux>)
2. Убедиться, что путь до .NET находится в PATH. Для Windows -  
“C:\Program Files\dotnet\”, для Linux возможен путь “/usr/share/dotnet/”.
3. Запустить командную строку в папке с исходным кодом (там, где  
файл Lab03.sln)
4. Собрать командой “dotnet build”
5. Запустить командой “dotnet run” или запустить исполняемый файл в  
папке “./bin/Debug/net5.0/”

### 3 Графы переходов полученного МПА.

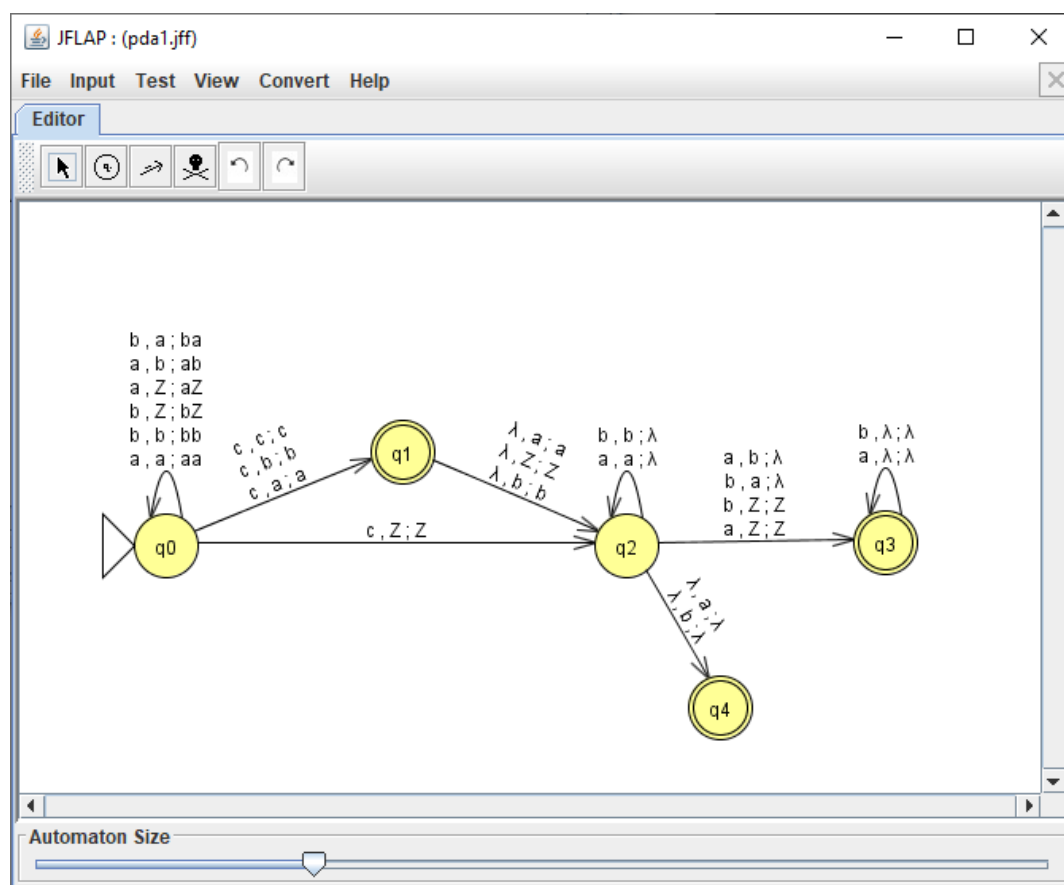


Рисунок 1 – Построенный МПА

#### 4 Перехваты экранов при пошаговом выполнении процесса распознавания нескольких тестовых цепочек

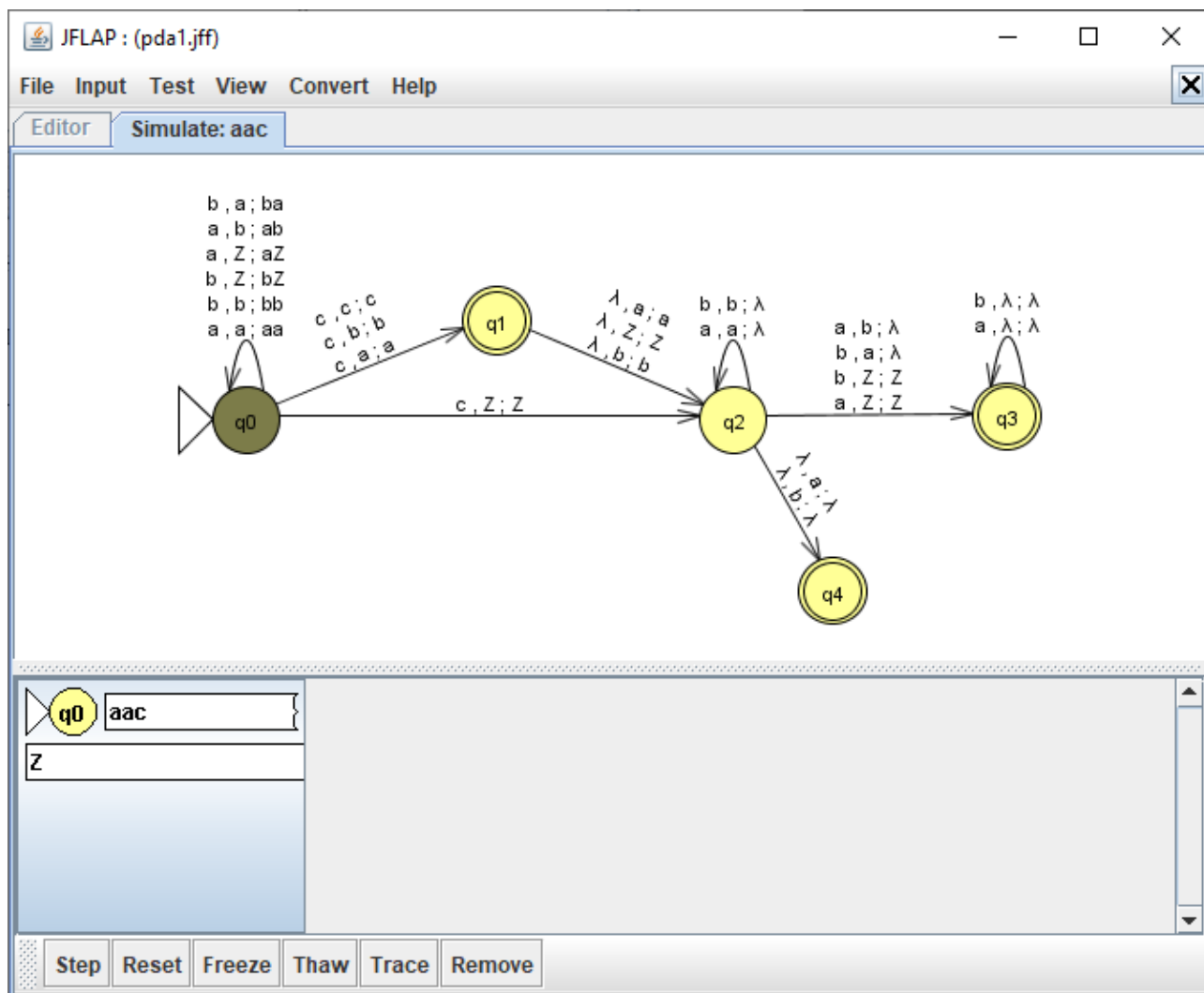


Рисунок 2 – МПА из части 1, цепочка “aac”, шаг 0

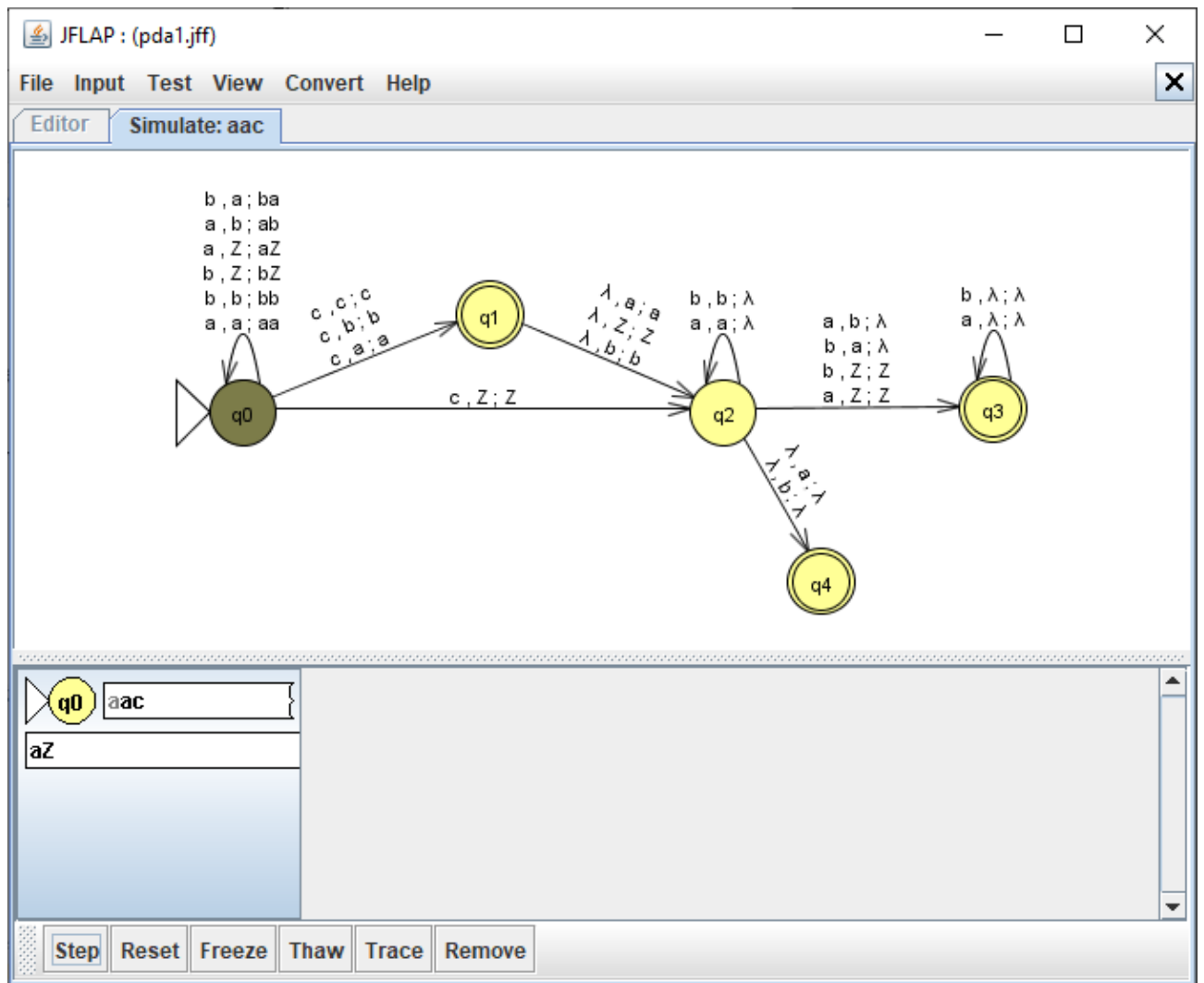


Рисунок 3 – МПА из части 1, цепочка “aac”, шаг 1

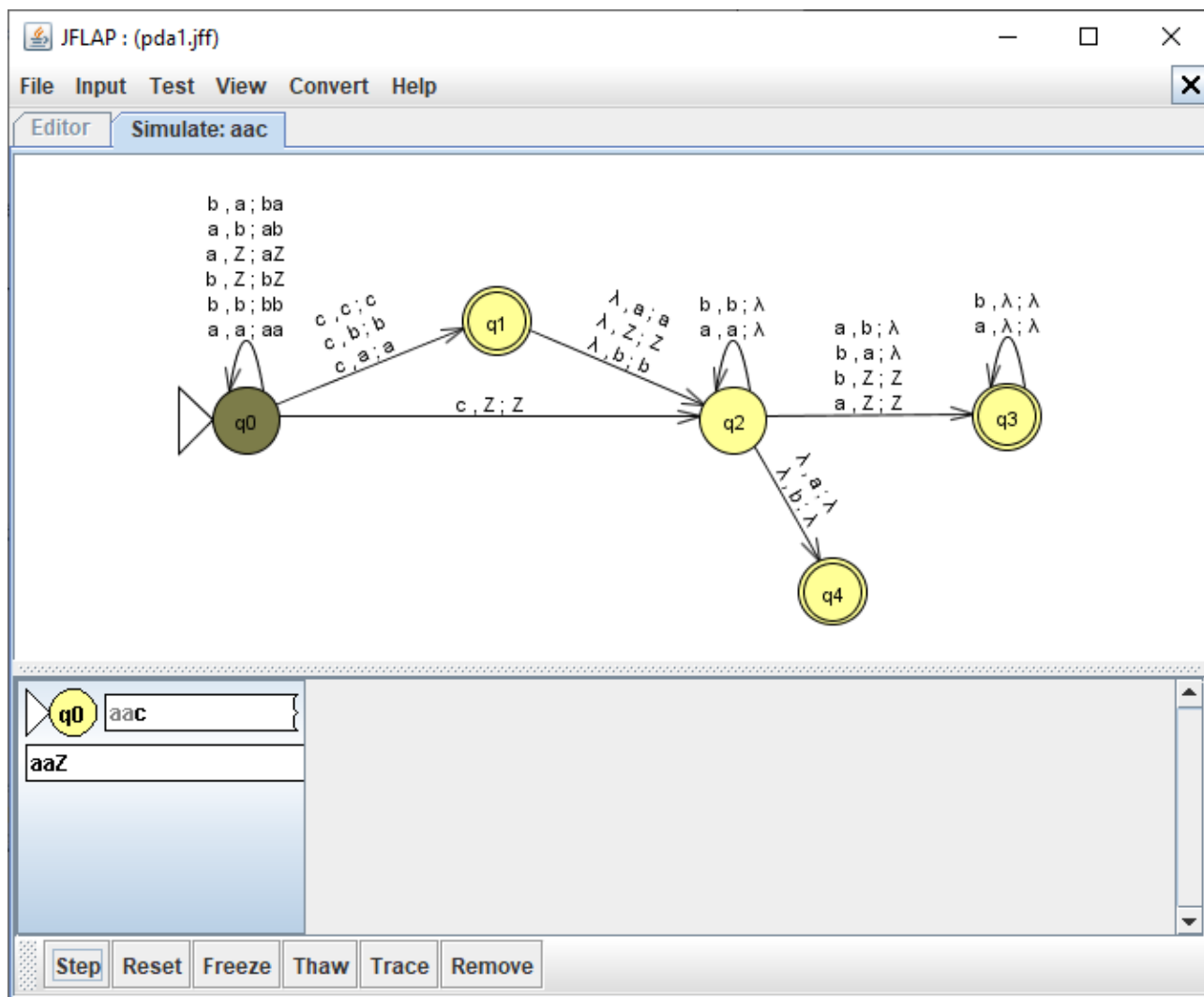


Рисунок 4 – МПА из части 1, цепочка “aac”, шаг 2

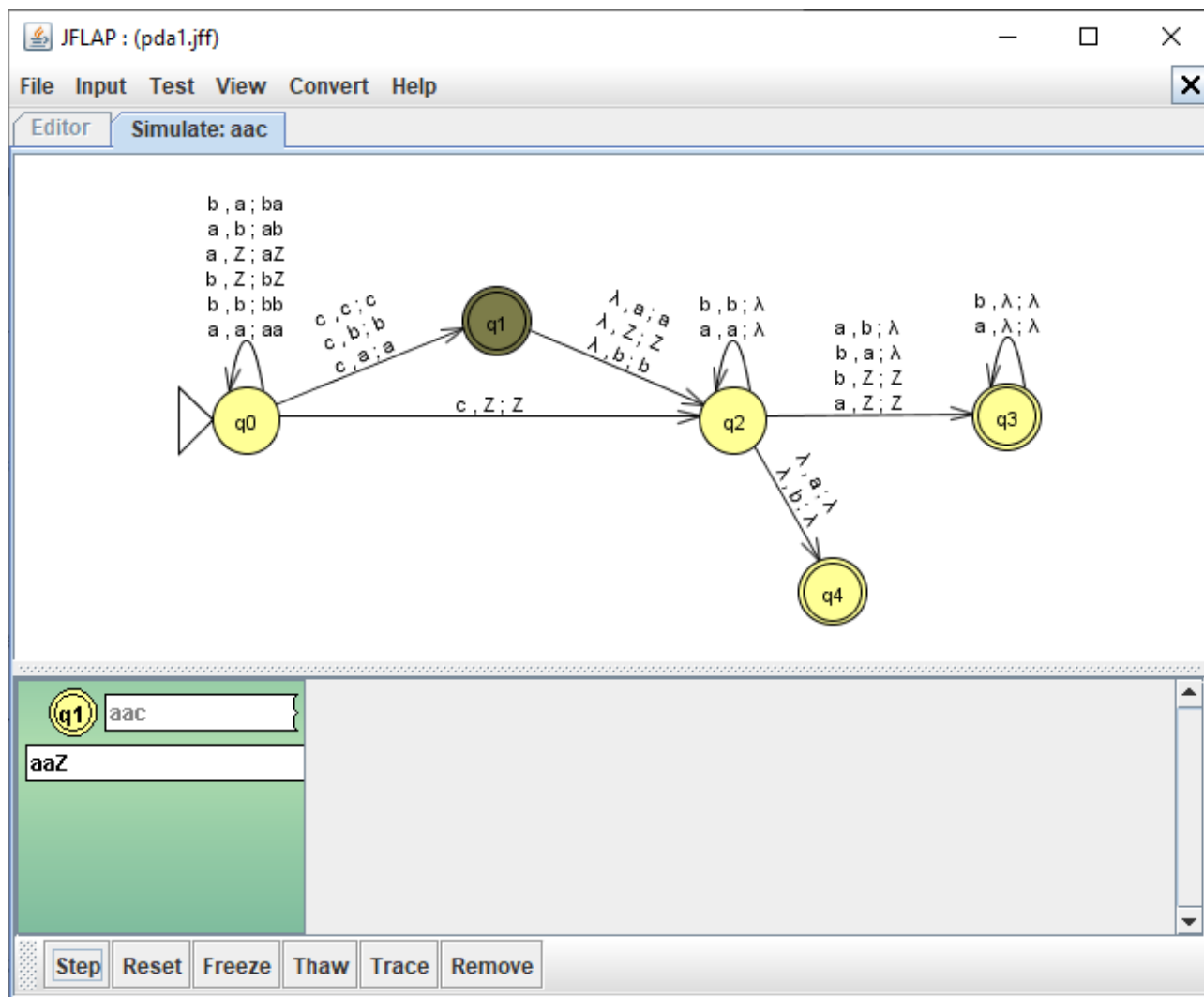


Рисунок 5 – МПА из части 1, цепочка “aac”, шаг 3



JFLAP : (pda1.jff)

File Input Test View Convert Help

Editor Multiple Run

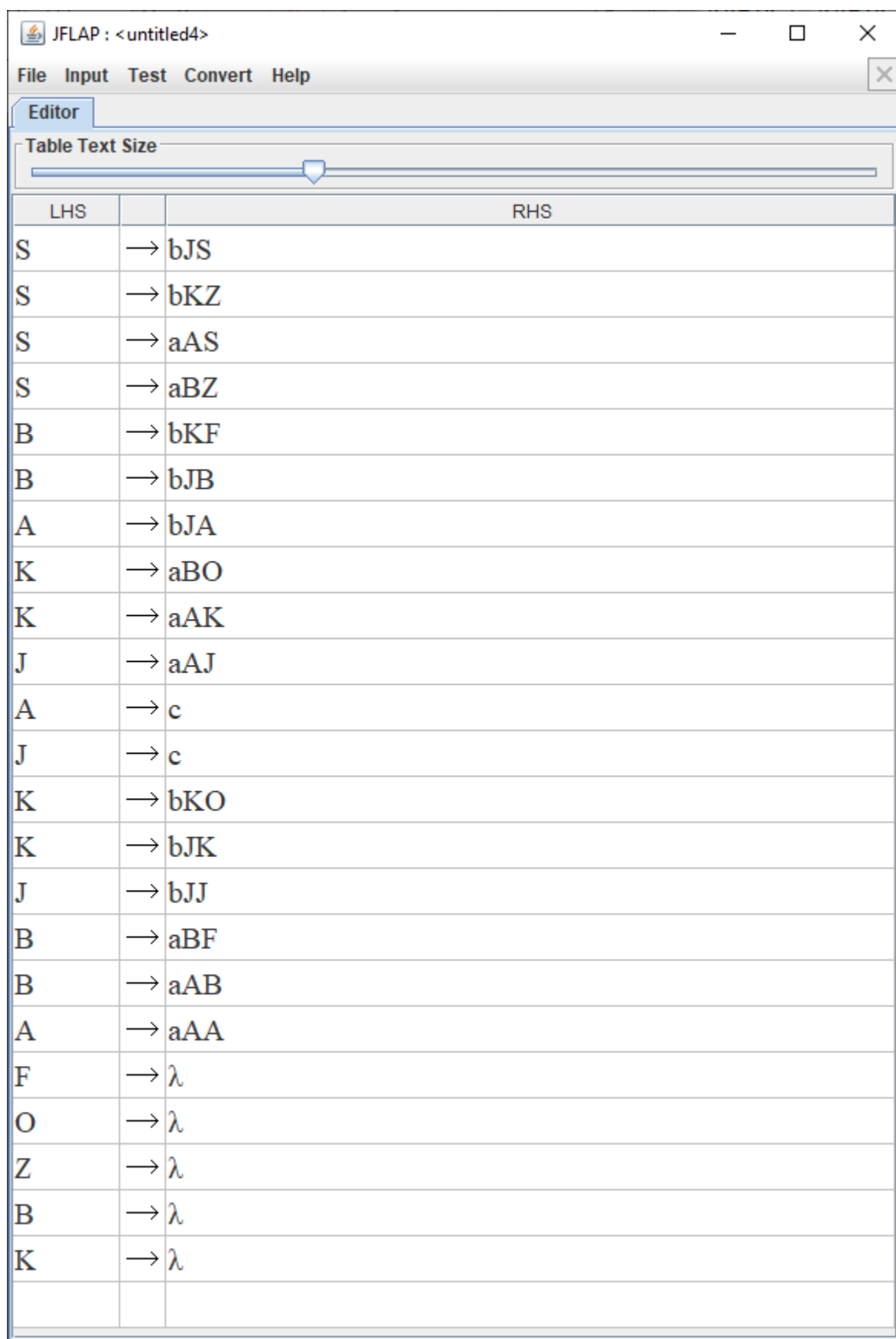
Table Text Size

Input	Result
abc	Accept
aacaa	Reject
abcba	Reject
aaca	Accept
acaa	Accept
aaa	Reject
accaa	Reject
aaca	Accept
acaa	Accept
aca	Reject
	Reject
c	Reject
a	Reject
b	Reject
ac	Accept
cb	Accept
ccc	Reject
acb	Accept
abcba	Reject
abcaab	Accept
abcab	Accept
acab	Accept

Load Inputs Run Inputs Clear Enter Lambda View Trace

Рисунок 6 – МПА из части 1, различные цепочки

## 5 Построение контекстно-свободной грамматики



JFLAP : <untitled4>

File Input Test Convert Help

Editor

Table Text Size

LHS		RHS
S	→	bJS
S	→	bKZ
S	→	aAS
S	→	aBZ
B	→	bKF
B	→	bjB
A	→	bJA
K	→	aBO
K	→	aAK
J	→	aAJ
A	→	c
J	→	c
K	→	bKO
K	→	bjK
J	→	bjJ
B	→	aBF
B	→	aAB
A	→	aAA
F	→	$\lambda$
O	→	$\lambda$
Z	→	$\lambda$
B	→	$\lambda$
K	→	$\lambda$

Рисунок 7 – КСГ

Input	Result
abc	Accept
aacc	Reject
ccaa	Reject
bbcc	Reject
acbc	Reject
ccacaca	Accept
babac	Accept
babbaccc	Accept
cacacacbac	Reject
bacabacab	Accept
cacaccaca	Accept
cacbaccbc	Accept

Рисунок 6 – Результат проверки КСГ

## 6 Доказательство контекстно-свободности языка, предложенного JFLAP

Предположим, что язык является контекстно-свободным, тогда, согласно лемме о разрастании, существует такое число  $m$ , что для каждого  $w \in L$ , где  $|w| \geq m$ , существуют такие  $u, v, x, y, z$ , которые  $w = uvxyz$ , а также:

1.  $|vy| \geq 0$
2.  $|vxy| \leq m$
3. Для всех  $i \geq 0: uv^i xy^i z \in L$

Тогда, если одно из условий не будет выполняться, то язык является контекстно-свободным. Попробуем найти такую строку.

Например, возьмём  $m = 5$ .

umping Lemma Pumping Lemma

$L = \{w_1 v^R w_2 : n_a(w_1) = n_a(w_2), |v| > 3, v, w_1, w_2 \in \{a, b\}^*\}$  Context-Free Pumping Lemma

Objective: Find a valid partition that can be pumped.

Clear All Explain My Attempts:

1. Please select a value for  $m$  in Box 1 and press "Enter".

5

2. I have selected  $w$  such that  $|w| \geq m$ . It is displayed in Box 2.

abababbbbaabab

Рисунок 7 – Выбор числа  $m$

3. Select decomposition of  $w$  into  $uvxyz$ .

u: aba |u|: 3

v: ba |v|: 2

x: b |x|: 1

y: b |y|: 1

z: bbaabab |z|: 7

a b a b a b b b b a a b a b

Set uvxyz

4. I have selected  $i$  to give a contradiction. It is displayed in Box 4.

i: 3 pumped string: abababababbbbbbbaabab

5. Animation

u v x y z

w = aba ba b b bbaabab

abababababbbbbbbaabab

$uv^3xy^3z = ababababab^6a^2bab = abababababbbbbbbaabab$  is NOT in the language.  
Please try again.

Step Restart

Рисунок 8 – Результат разбиения

Из рисунка 8 можно сделать вывод, что язык  $L$  не является контекстно-свободным, так как для  $i = 3$   $w \notin L$ . Язык  $L$  не является контекстно-свободным, что и требовалось доказать.

## 7 Доказательство контекста-свободности языка из четвертого задания

Предположим, что язык  $L_{45} = \{ a^{n*m} : n, m - \text{простые числа} \}$  является контекстно-свободным.

Возьмём  $m = 3$ ,  $w = aaaaaaaaaa$ . Далее разобьём строку на  $u, v, x, y, z$ ; где  $u = aa$ ,  $v = a$ ,  $x = a$ ,  $y = a$ ,  $z = aaaaa$ .  $|vy| > 0$ .  $|vxy| \leq m$ . Проверим третье условие. Возьмём  $i = 2$ , тогда  $uv^2xy^2z = aaaaaaaaaaaaaa$ . Данная строка не входит в язык  $L$ . Отсюда можно сделать вывод, что язык  $L_{45}$  не является контекстно-свободным.