|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Министерство науки и высшего образования РФ | | | | | |
| Федеральное государственное автономное | | | | | |
| образовательное учреждение высшего образования | | | | | |
| **«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»** | | | | | |
|  | | | | | |
| Институт космических и информационных технологий | | | | | |
| институт | | | | | |
| Программная инженерия | | | | | |
| кафедра | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| **ОТЧЕТ О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ** | | | | | |
| Регулярные выражения, грамматики и языки | | | | | |
| тема | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| Преподаватель | |  |  |  | А. С. Кузнецов |
|  | |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |
| Студент | КИ23-16/1б, 03232066 |  |  |  | В. А. Бишель |
|  | номер группы, зачётной книжки |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| Красноярск 2025 | | | | | |

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1 ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc211958238)

[1.1 Цель работы 3](#_Toc211958239)

[1.2 Задачи 3](#_Toc211958240)

[1.3 Задание 3](#_Toc211958241)

[2 ХОД РАБОТЫ 5](#_Toc211958242)

[2.1 Задание 1 5](#_Toc211958243)

[2.2 Задание 2 16](#_Toc211958244)

[2.3 Задание 4 36](#_Toc211958245)

[3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ 38](#_Toc211958246)

# ВВЕДЕНИЕ

## Цель работы

Реализация и исследование регулярных выражений, регулярных грамматик и свойств регулярных языков, а также доказательство нерегулярности языков.

## Задачи

В рамках данной практической работы необходимо выполнить следующие задачи:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями о регулярных выражениях, регулярных грамматик и свойств регулярных языков, а также доказательство нерегулярности языков;
2. Получить у преподавателя собственный вариант задания, в котором должны быть указаны регулярные языки, которые должны быть описаны создаваемыми регулярными выражениями, регулярными грамматиками, а также языки, для которых требуется доказать нерегулярность;
3. Используя изученные механизмы, разработать в системе JFLAP согласно постановке задачи соответствующие регулярные выражения. В случае невозможности создания РВ это должно доказываться формально;
4. Используя изученные механизмы, разработать в системе JFLAP согласно постановке задачи соответствующие регулярные грамматики. В случае невозможности создания РГ это должно доказываться формально;
5. Используя реализацию леммы о разрастании, предлагаемую системой JFLAP в качестве тренажера, ознакомиться с примерами доказательства принадлежности или непринадлежности языков к классу РЯ;
6. На основе любого доступного формального механизма, доказать непринадлежность заданного языка классу РЯ. Рекомендуется использование леммы о разрастании;
7. Написать отчет и отправить его к на проверку вместе с полученными JFF-файлами.

## Задание

В рамках практической даны следующие задания:

1. Необходимо с использованием системы JFLAP построить регулярное выражение, описывающее заданный язык, или формально доказать невозможность этого. Привести обобщенный граф переходов и эквивалентный КА, а также пошаговое выполнение преобразований;
2. Необходимо с использованием системы JFLAP, построить регулярную грамматику, описывающую заданный язык, или формально доказать невозможность этого. Привести эквивалентный КА и РВ, а также пошаговое выполнение преобразований;
3. Необходимо доказать нерегулярность либо регулярность предложенных системой JFLAP языков применением леммы о разрастании регулярных языков. Привести пошаговое выполнение доказательства. Вариант задается преподавателем;
4. Доказать формально нерегулярность заданных языков. Для доказательства рекомендуется использовать лемму о разрастании регулярных языков.

# ХОД РАБОТЫ

## Задание 1

Регулярное выражение представлено на рисунке 1.

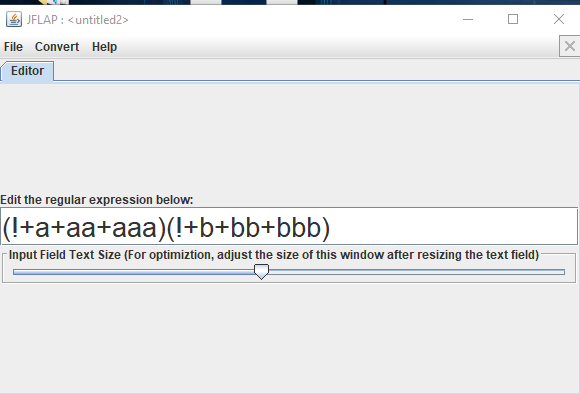


Рисунок – Регулярное выражение

Преобразуем регулярное выражение в эквивалентный ему КА по шагам. Начало преобразования представлено на рисунке 2.

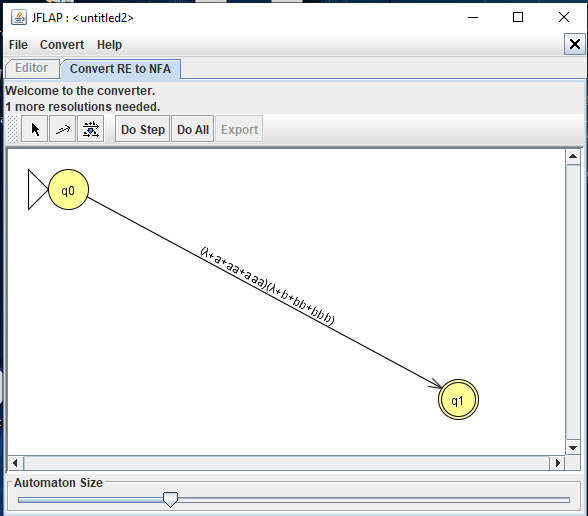


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 1

Преобразование продолжается на рисунках 3-4.

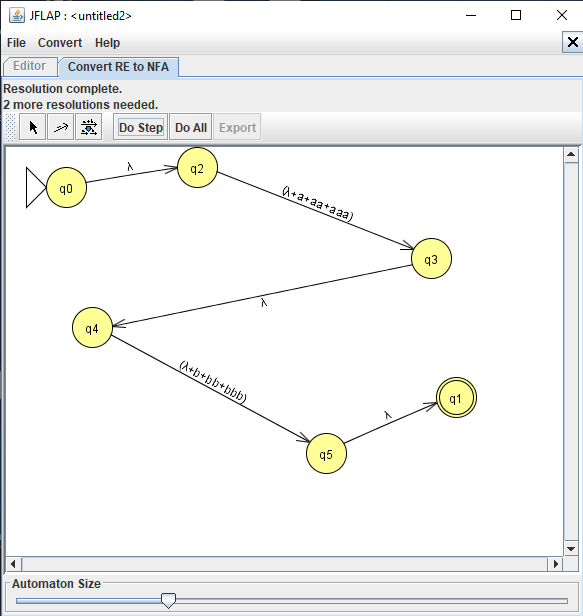


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 2

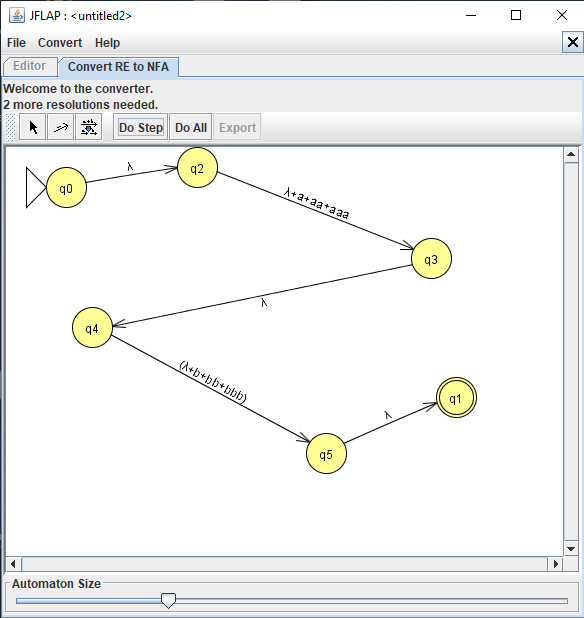


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 3

Преобразование продолжается на рисунках 5-6.

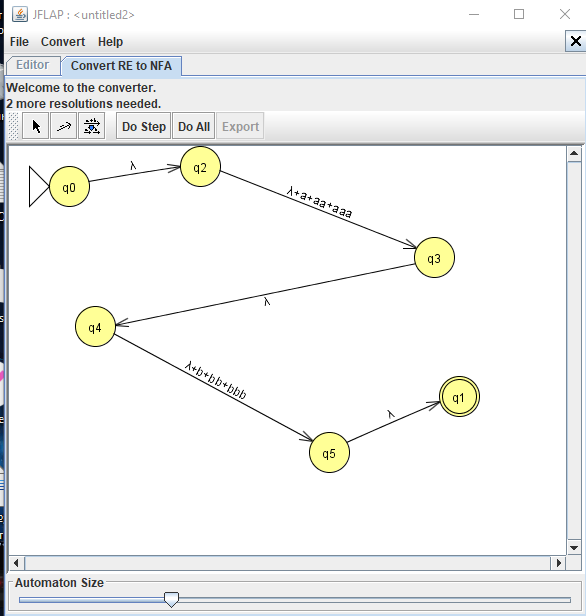


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 4

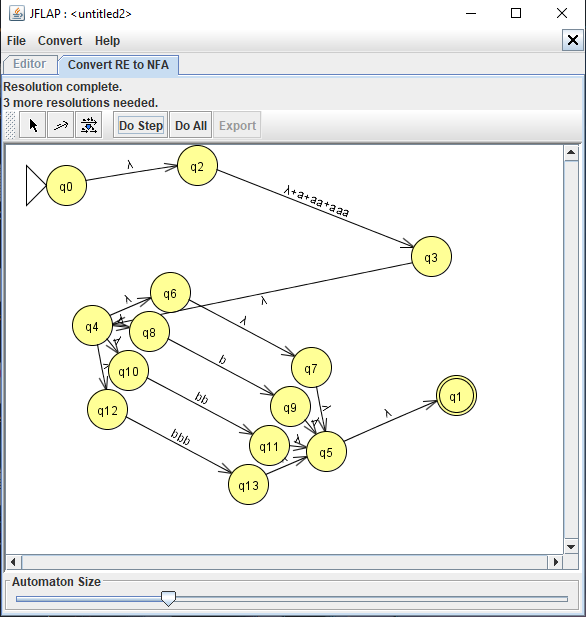


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 5

Преобразование продолжается на рисунках 7-8.

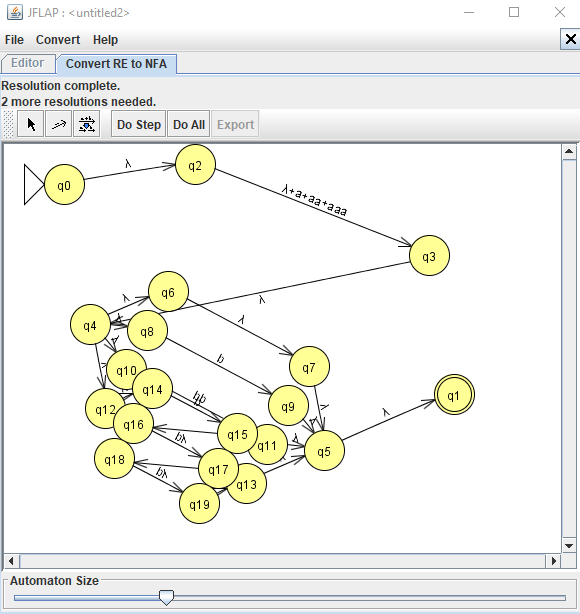


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 6

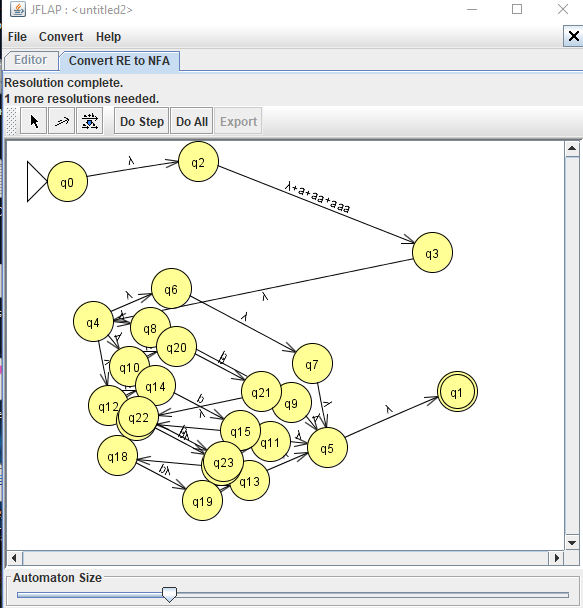


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 7

Преобразование продолжается на рисунках 9-10.

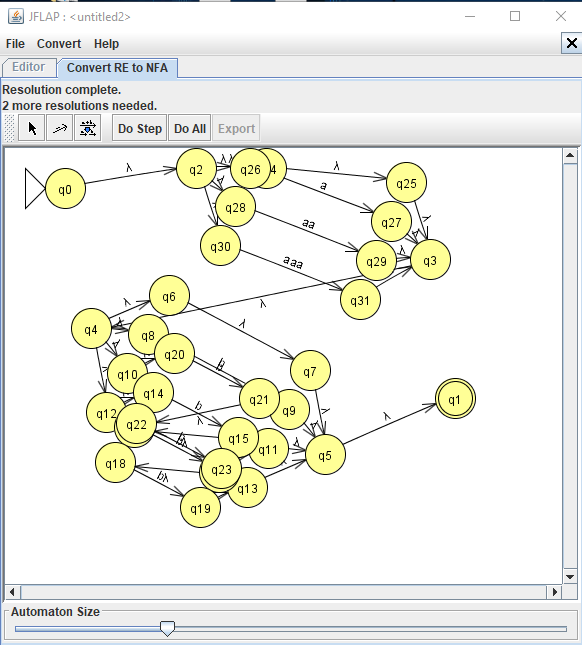


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 8

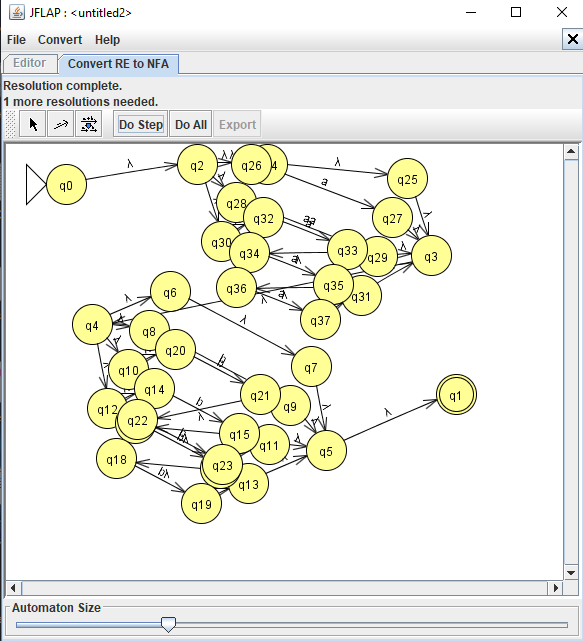


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 9

Преобразование заканчивается на рисунке 11.

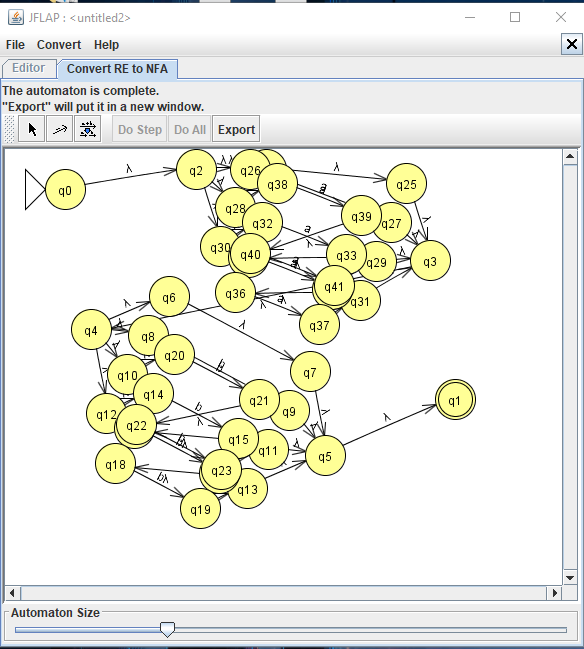


Рисунок – Преобразование РВ в КА, шаг 10, заключительный

Граф переходов КА, эквивалентного РВ, представлен на рисунке 12.

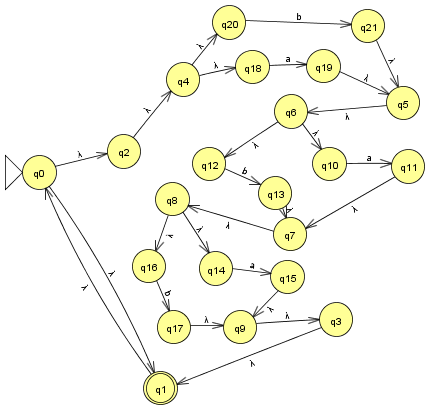


Рисунок – Граф переходов КА, эквивалентного РВ

## Задание 2

Регулярная грамматика(РГ) представлена на рисунке 13.

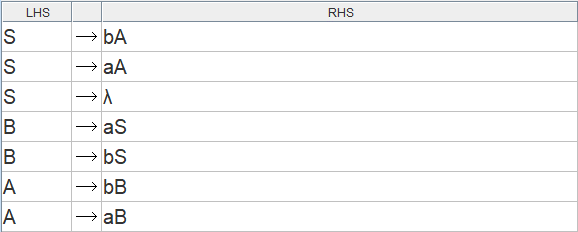


Рисунок – Регулярная грамматика

Преобразуем грамматику в КА. Начальный шаг представлен на рисунке 14.

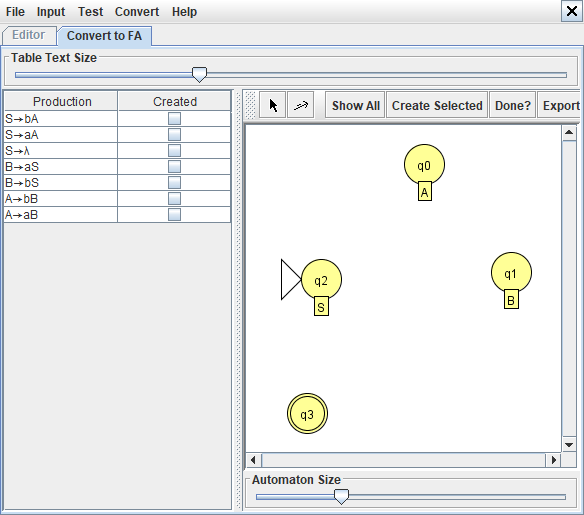


Рисунок – Преобразование РГ в КА, Шаг 1

Преобразование продолжается на рисунках 15-16.

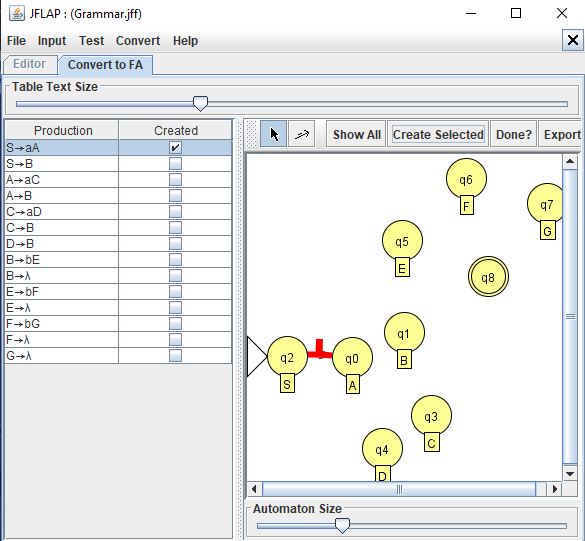


Рисунок – Преобразование РГ в КА, Шаг 2

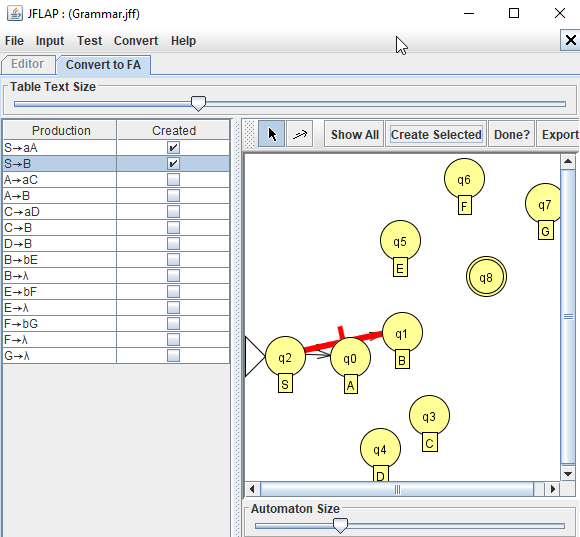


Рисунок – Преобразование РГ в КА, Шаг 3

Преобразование продолжается на рисунках 17-18.

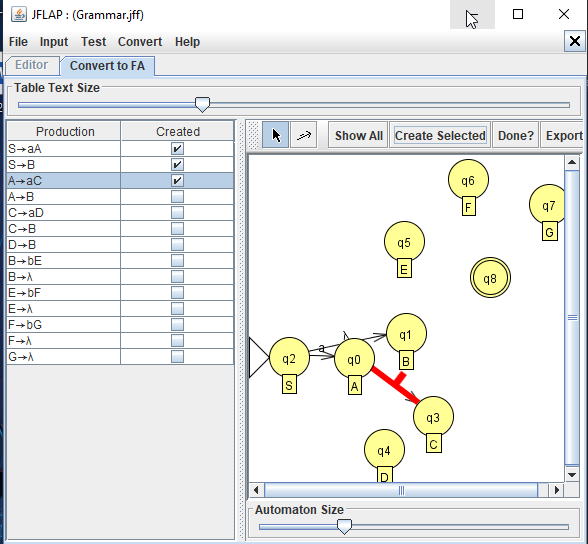


Рисунок – Преобразование РГ в КА, Шаг 4

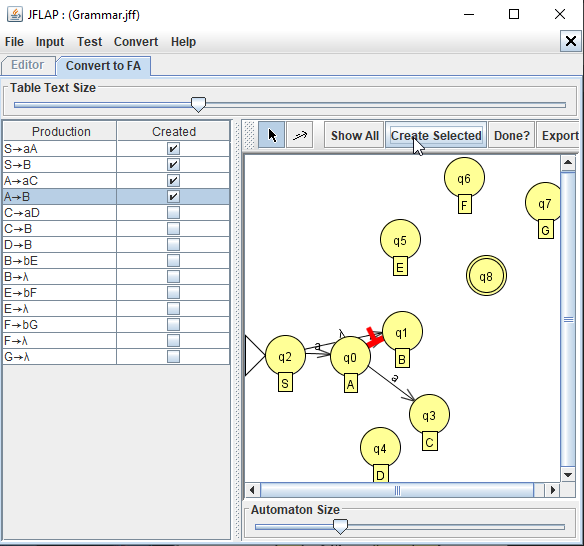


Рисунок – Преобразование РГ в КА, Шаг 5

Преобразование продолжается на рисунках 19-20.

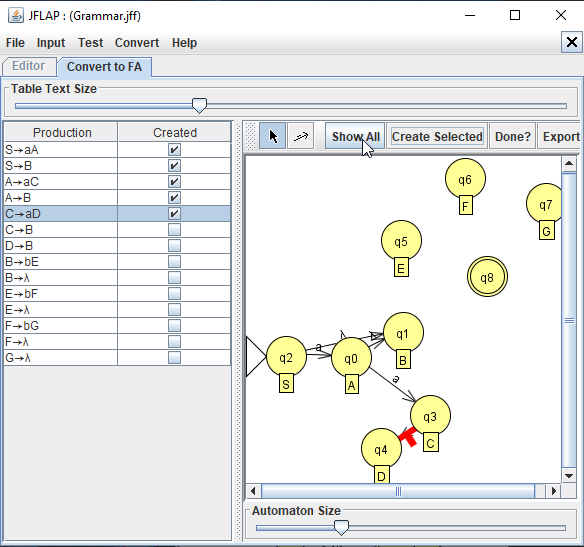


Рисунок – Преобразование РГ в КА, Шаг 6

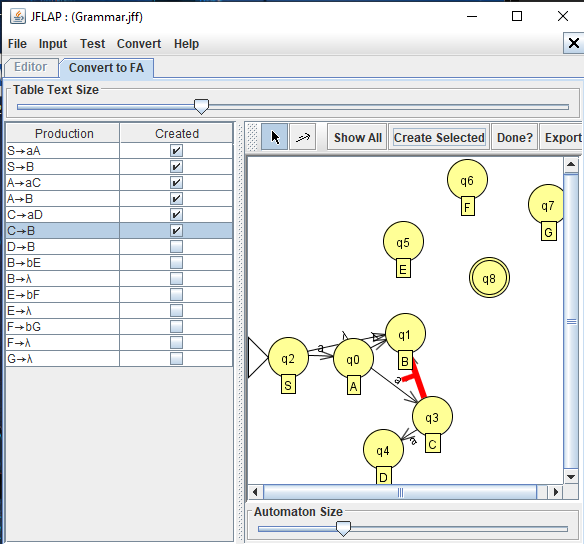


Рисунок – Преобразование РГ в КА, Шаг 7

Преобразование продолжается на рисунках 21-22.

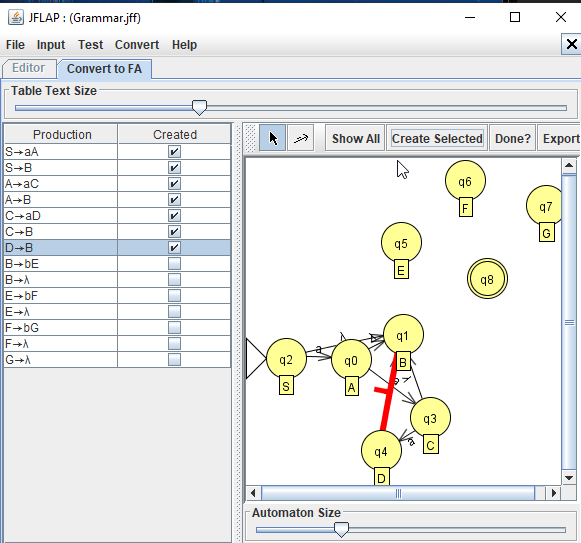


Рисунок 21 – Преобразование РГ в КА, Шаг 8

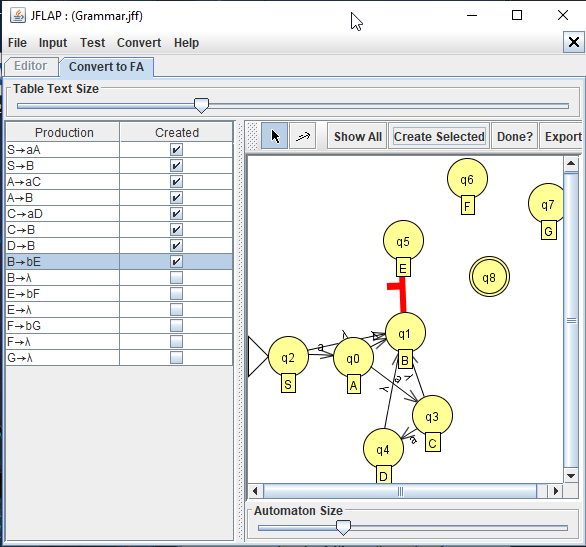


Рисунок 22 – Преобразование РГ в КА, Шаг 9

Преобразование продолжается на рисунках 23-24.

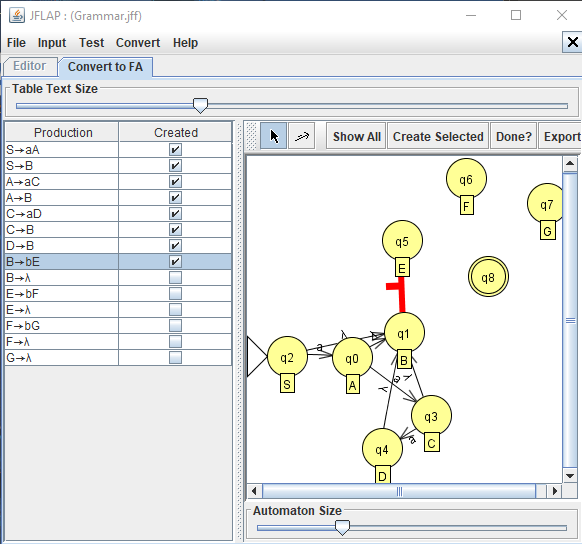


Рисунок 23 – Преобразование РГ в КА, Шаг 10

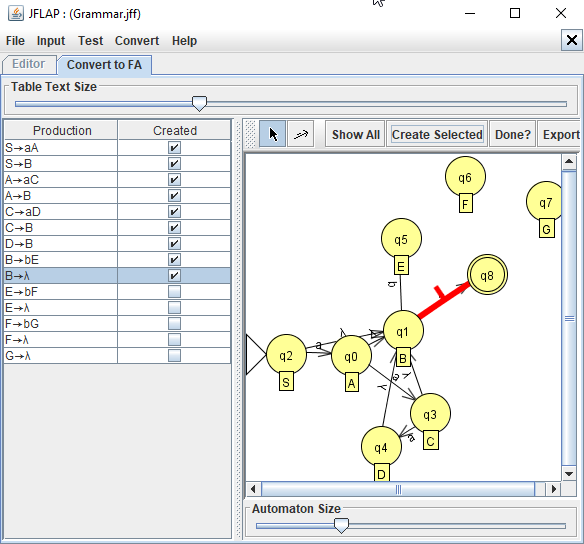


Рисунок 24 – Преобразование РГ в КА, Шаг 11

Преобразование продолжается на рисунках 25-26.

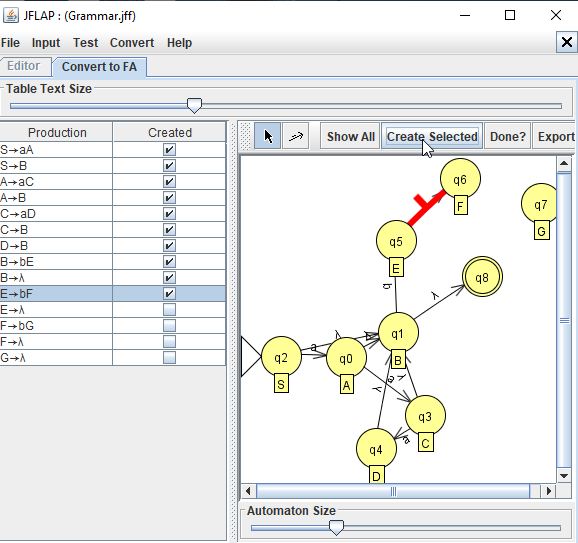


Рисунок 25 – Преобразование РГ в КА, Шаг 12

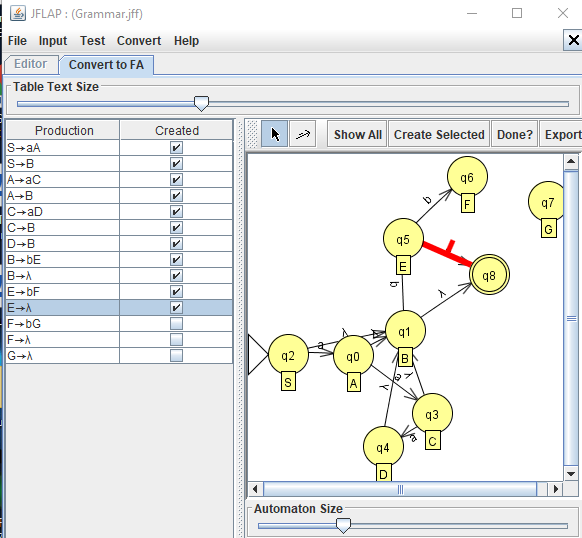


Рисунок 26 – Преобразование РГ в КА, Шаг 13

Преобразование продолжается на рисунках 27-28.

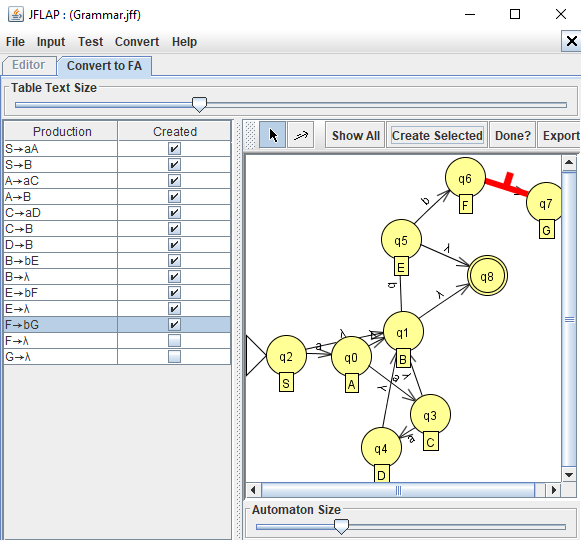


Рисунок 27 – Преобразование РГ в КА, Шаг 14

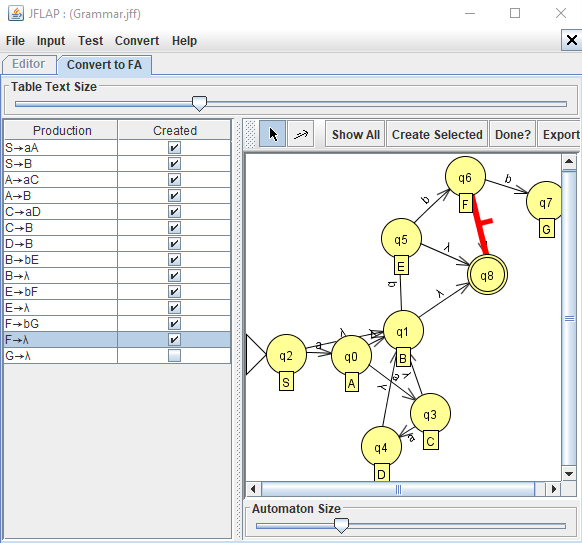


Рисунок 24 – Преобразование РГ в КА, Шаг 15

Преобразование заканчивается на рисунке 25.

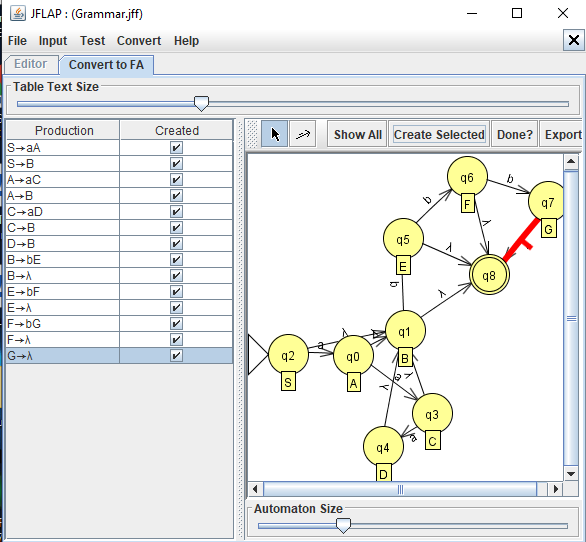


Рисунок 25 – Преобразование РГ в КА, Шаг 16

Граф переходов КА представлен на рисунке 26.

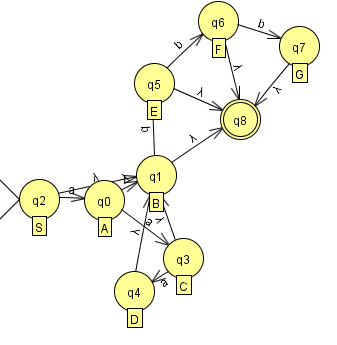


Рисунок – Граф переходов КА

Полученный КА преобразуем в РВ. Начальный шаг представлен на рисунке 27.

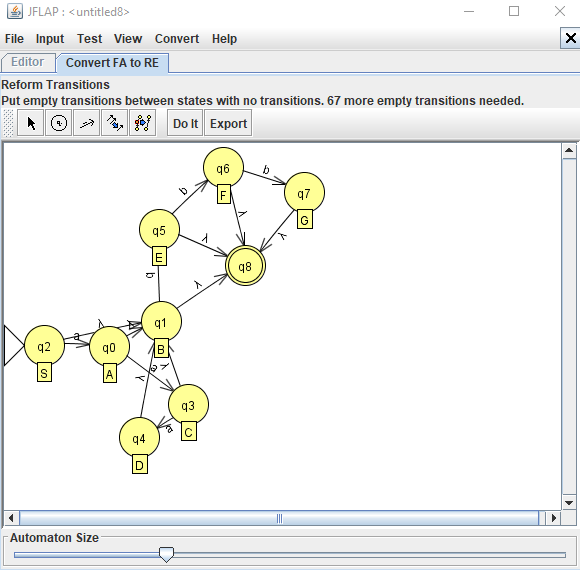


Рисунок – Преобразование КА в РВ, шаг 1

Преобразование продолжается на рисунке 28, заканчивается на рисунке 29.

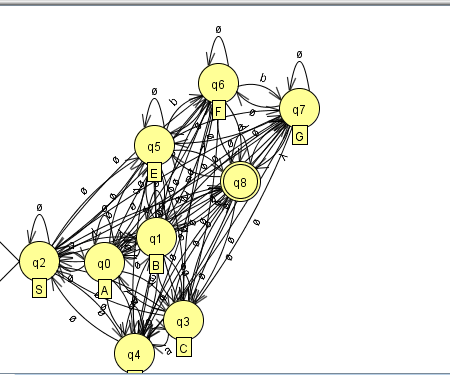


Рисунок – Преобразование КА в РВ, шаг 2

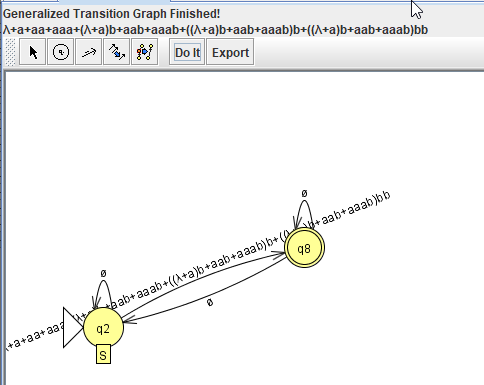


Рисунок – Преобразование КА в РВ, шаг 3

Регулярное выражение представлено на рисунке 30.

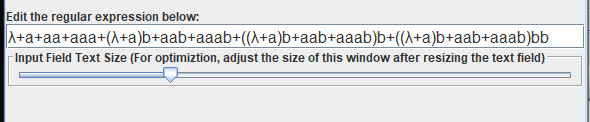


Рисунок – Регулярное выражение

Оно эквивалентно РВ из задания 1. Доказательство их эквивалентности приведено ниже.

– регулярное выражение:

– регулярное выражение:

Язык :

порождает все строки из символов a с длиной от 0 до 3: .

порождает все строки из символов b с длиной от 0 до 3: .

Конкатенация этих выражений порождает все возможные пары вида (строка из a, строка из b), где количество a < 4 (n ≤ 3) и количество b ≤ 3.

Язык :

порождает все строки без символов b Это все строки с

*.* Это все строки .  
 . Это все строки .

. Это все строки .

Объединяя все части языка получаем точное соответствие языку

Вывод: , так как оба выражения описывают язык .

## Задание 4

Предположим, что L29 регулярен. Если L29 регулярен, то существует константа накачки p (длина накачки), такая что для любой строки s из L29 с |s| >= p, s можно разбить на xyz таким образом, что: |xy| <= p, |y| >= 1. Для всех i >= 0, строка xyi z также принадлежит L29.

Нам нужно выбрать строку, которая удовлетворяет одному из условий n=l или l≠k, и имеет достаточную длину.

Пусть s = ap bp ap. В этой строке n=p, l=p, k=p. Условие n=l (p=p) выполняется. Значит, s принадлежит L29. |s| = 3p >= p.

Согласно лемме, s можно разбить на xyz так, что |xy| <= p. Это означает, что x и y должны находиться исключительно в первой части a^p.

Пусть x = aj, y = am, z = a(p-j-m) bp ap, где j >= 0, m >= 1 (из |y| >= 1), и j + m <= p.

Рассмотрим строку xyi z. Случай i = 0: xy 0 z = xz = aj a(p-j-m) bp ap = a(p-m) bp ap. Количество 'n' равно p-m. Количество 'l' равно p. Количество 'k' равно p. Для того чтобы xz принадлежала L29, должно выполняться либо n=l, либо l≠k.

Проверим n=l: p-m = p. Это означает m = 0, что противоречит условию |y| >= 1 (то есть m >= 1). Проверим l≠k: p ≠ p. Это ложно. Так как ни одно из условий не выполняется, строка xz не принадлежит L29.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам работы был изучен теоретический материал по теме «Регулярные выражения, грамматики и языки». Все поставленные цели и задачи были выполнены. Задания были выполнены и помогли лучше усвоить пройденный материал.