|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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, 032320521 |  |  |  | А. С. Лысаковский |
|  | номер группы, зачётной книжки |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| Красноярск 2025 | | | | | |

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1 ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc210752282)

[1.1 Цель работы 3](#_Toc210752283)

[1.2 Задачи 3](#_Toc210752284)

[1.3 Задание 3](#_Toc210752285)

[2 ХОД РАБОТЫ 5](#_Toc210752286)

[2.1 Задание 1 5](#_Toc210752287)

[2.2 Задание 2 16](#_Toc210752288)

[2.3 Задание 4 33](#_Toc210752289)

[3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ 34](#_Toc210752290)

# 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.

Вариант задания представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Вариант задания

|  |  |
| --- | --- |
| **Пункт задания** | **Данные** |
| 1 | Язык над алфавитом такой, что длина любой строки делится нацело на 3. |
| 2 | Язык над алфавитом такой, что длина любой строки делится нацело на 3. |
| 3 | Не требуются. |
| 4 | Язык |

# ХОД РАБОТЫ

## Задание 1

Подходят строки длины 0, 3, 6, 9, …

Регулярное выражение имеет следующий вид:

Регулярное выражение представлено на рисунке 1.

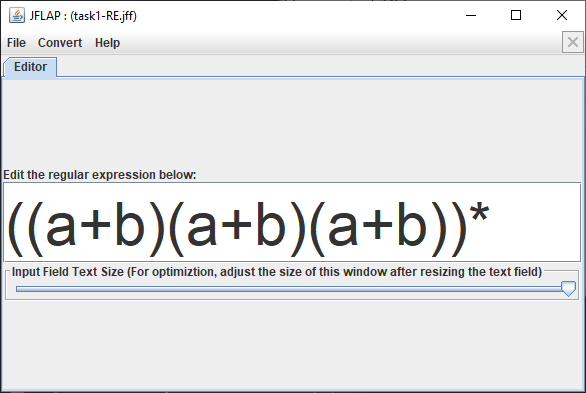


Рисунок 1 – Регулярное выражение

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

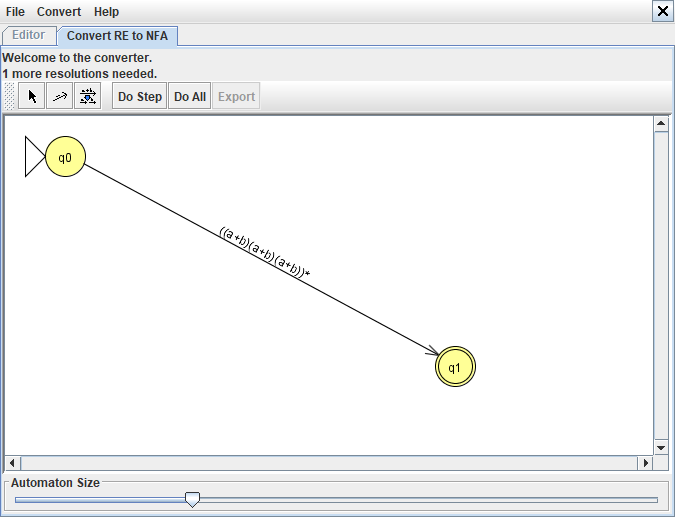


Рисунок 2 – Преобразование РВ в КА, шаг 1

Преобразование продолжается на рисунках 3-4.

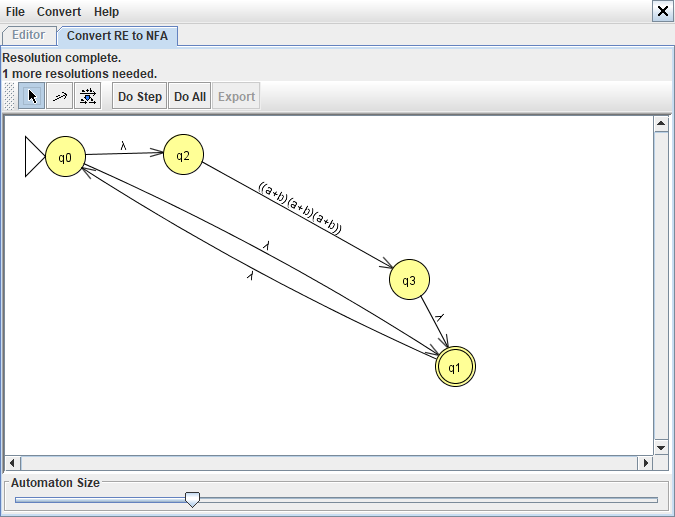


Рисунок 3 – Преобразование РВ в КА, шаг 2

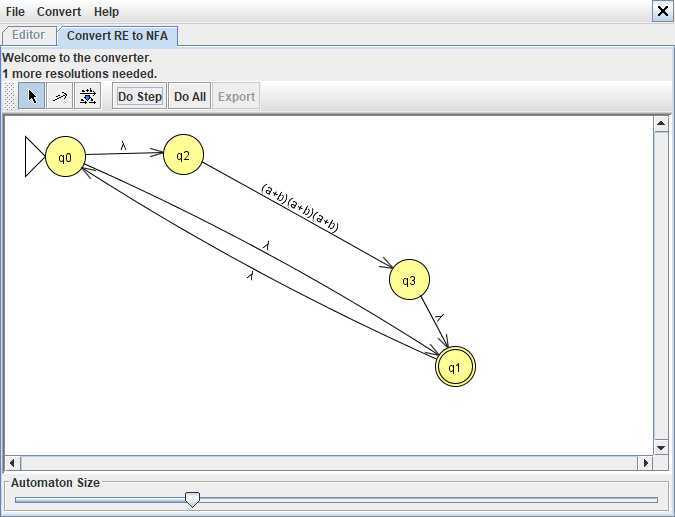


Рисунок 4 – Преобразование РВ в КА, шаг 3

Преобразование продолжается на рисунках 5-6.

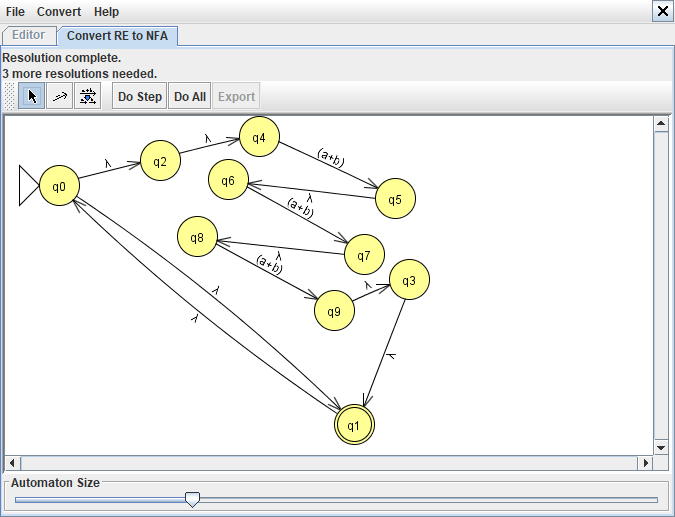


Рисунок 5 – Преобразование РВ в КА, шаг 4

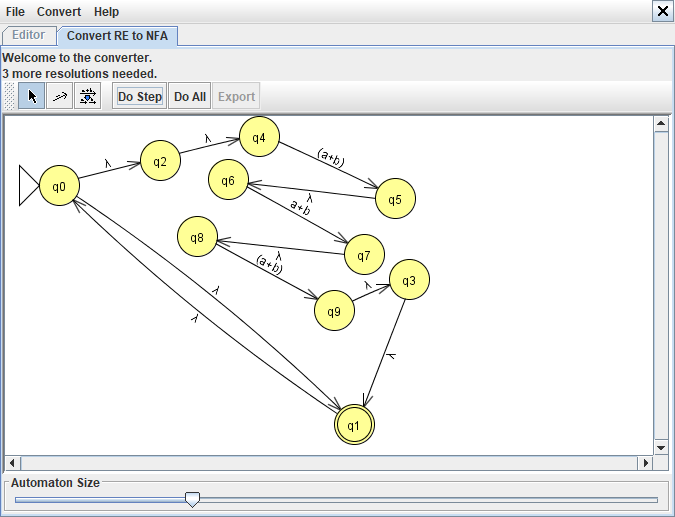


Рисунок 6 – Преобразование РВ в КА, шаг 5

Преобразование продолжается на рисунках 7-8.

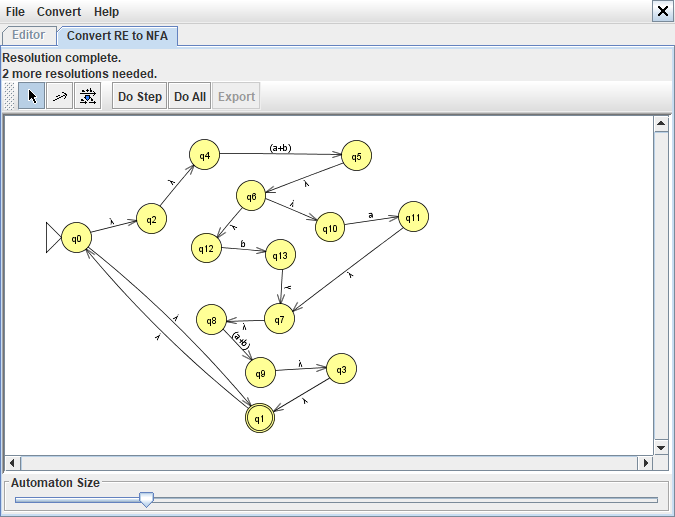


Рисунок 7 – Преобразование РВ в КА, шаг 6

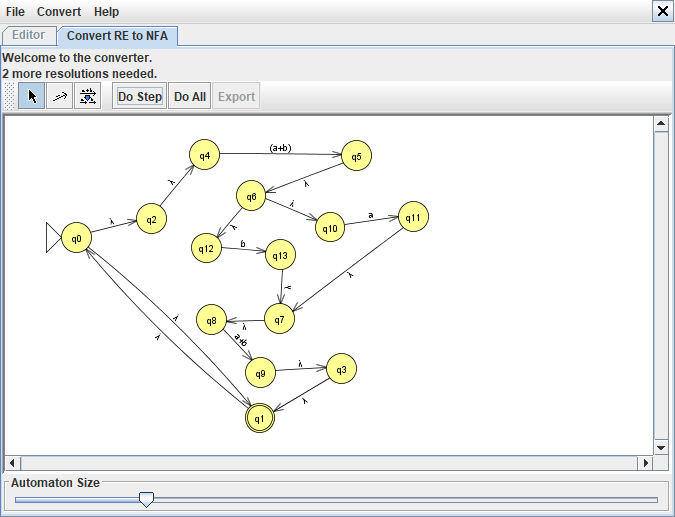


Рисунок 8 – Преобразование РВ в КА, шаг 7

Преобразование продолжается на рисунках 9-10.

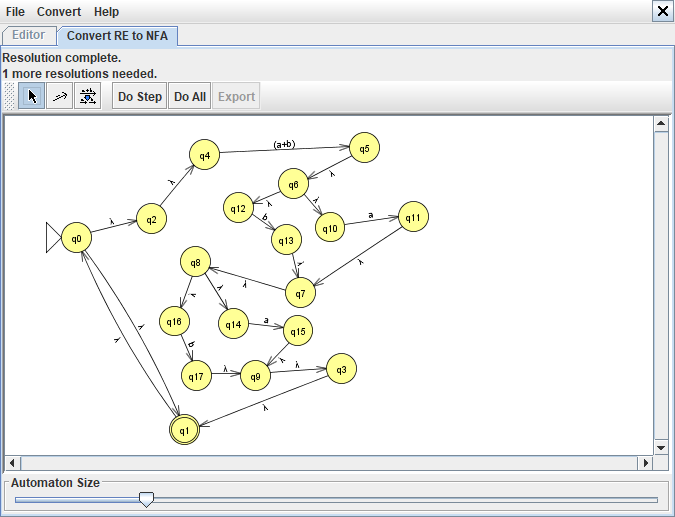


Рисунок 9 – Преобразование РВ в КА, шаг 8

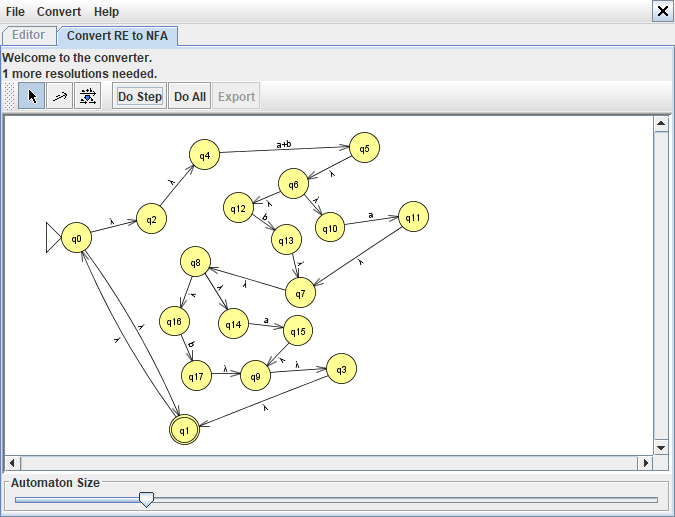


Рисунок 10 – Преобразование РВ в КА, шаг 9

Преобразование заканчивается на рисунке 11.

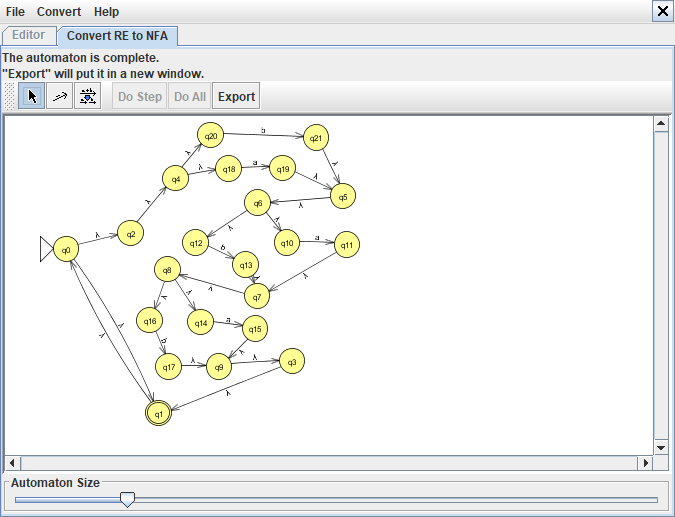


Рисунок 11 – Преобразование РВ в КА, шаг 10, заключительный

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

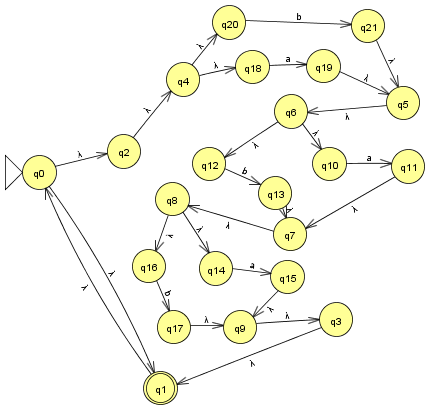


Рисунок 12 – Граф переходов КА, эквивалентного РВ

## Задание 2

Регулярная грамматика(РГ) представлена на рисунке 13.

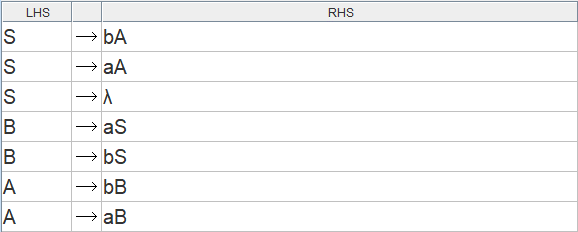


Рисунок 13 – Регулярная грамматика

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

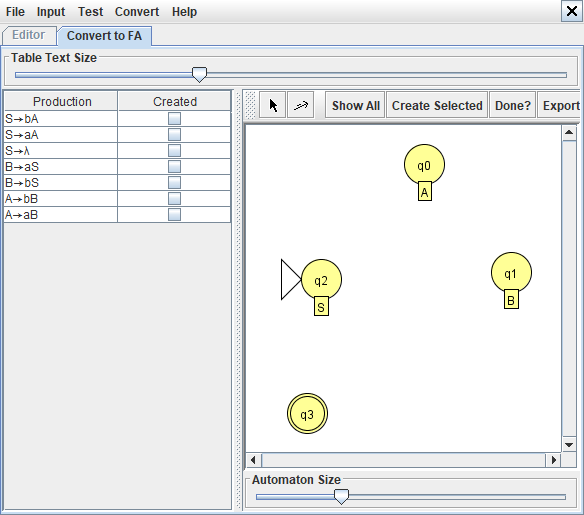


Рисунок 14 – Преобразование РГ в КА, Шаг 1

Преобразование продолжается на рисунках 15-16.

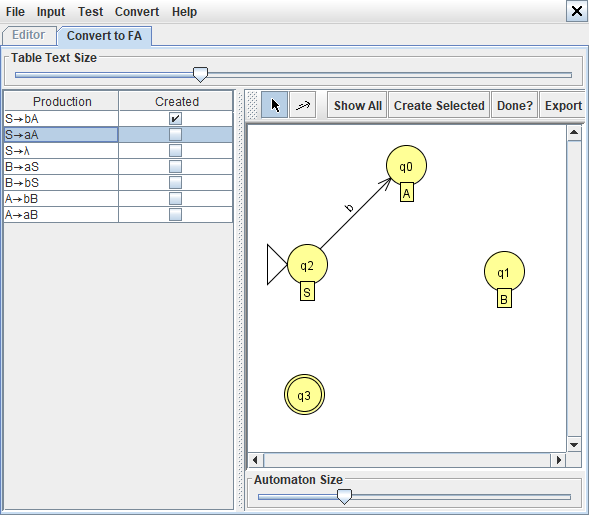


Рисунок 15 – Преобразование РГ в КА, Шаг 2

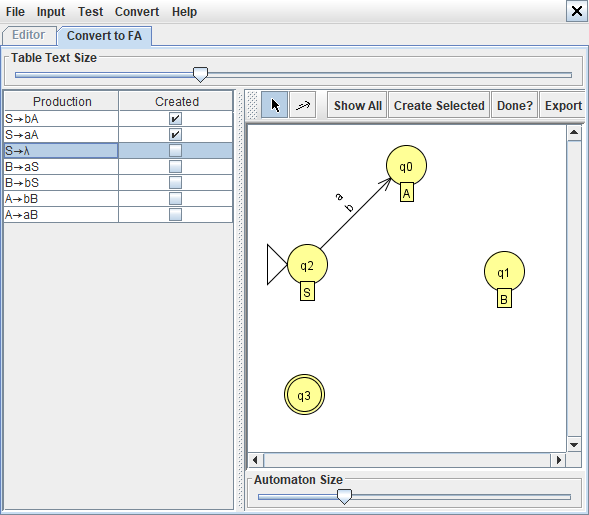


Рисунок 16 – Преобразование РГ в КА, Шаг 3

Преобразование продолжается на рисунках 17-18.

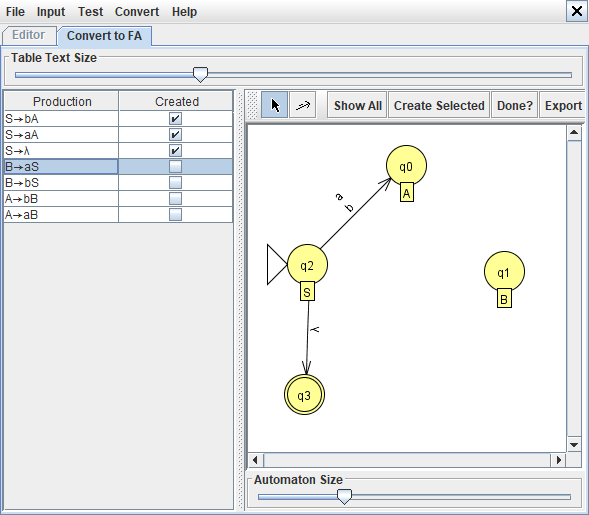


Рисунок 17 – Преобразование РГ в КА, Шаг 4

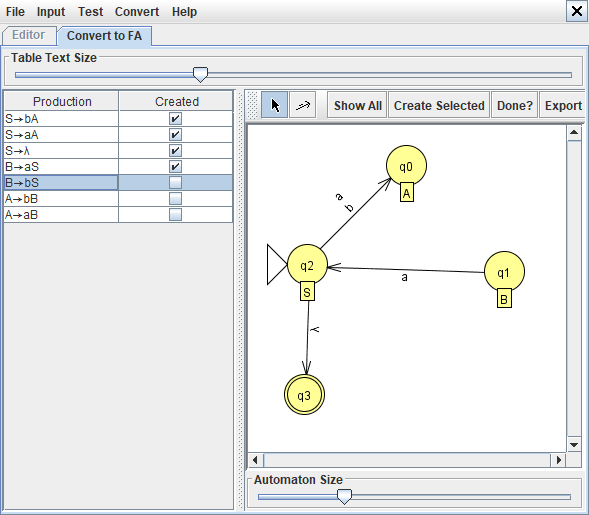


Рисунок 18 – Преобразование РГ в КА, Шаг 5

Преобразование продолжается на рисунках 19-20.

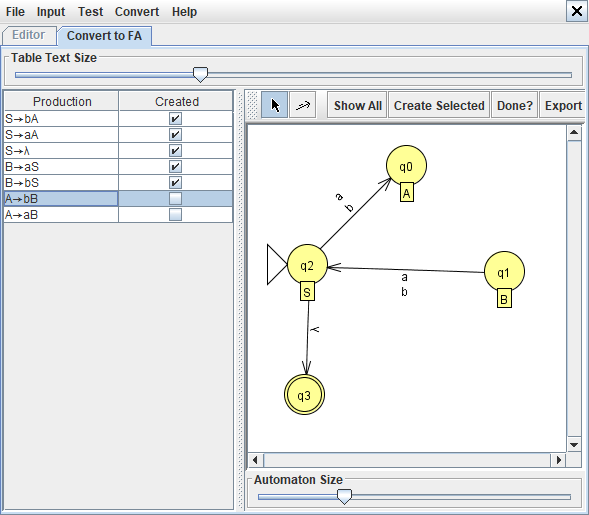


Рисунок 19 – Преобразование РГ в КА, Шаг 6

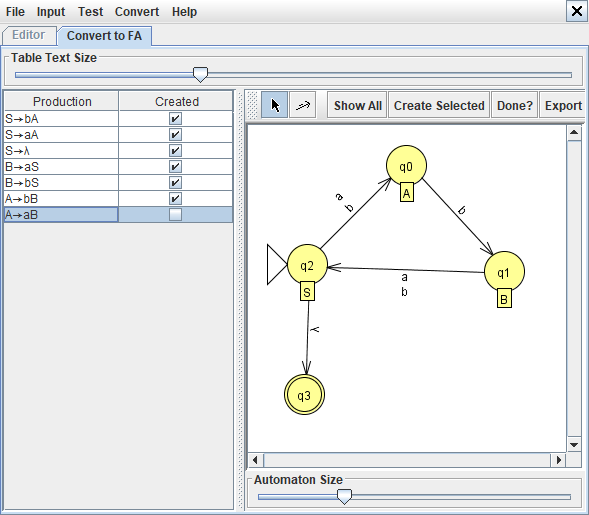


Рисунок 20 – Преобразование РГ в КА, Шаг 7

Преобразование заканчивается на рисунке 21. Создаётся перехода из состояния q0 в состояние q1 по входу «a» (отмечен красным).

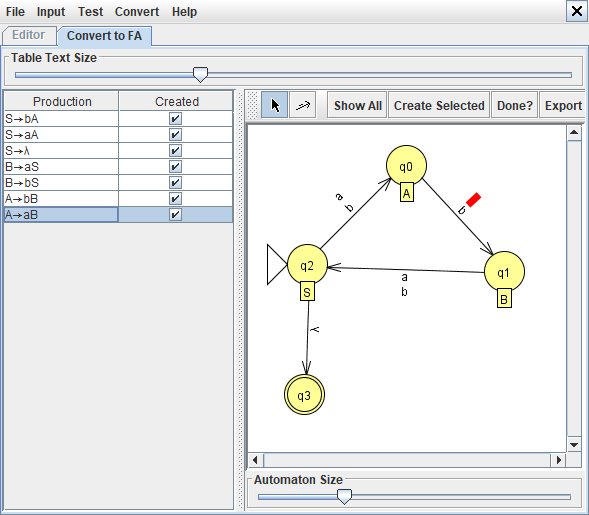


Рисунок 21 – Преобразование РГ в КА, Шаг 8

Граф переходов КА представлен на рисунке 22.

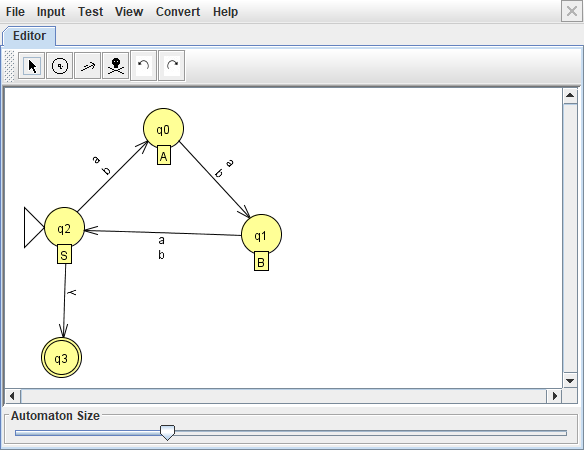


Рисунок 22 – Граф переходов КА

Полученный КА преобразуем в РВ. Начальный шаг представлен на рисунке 23.

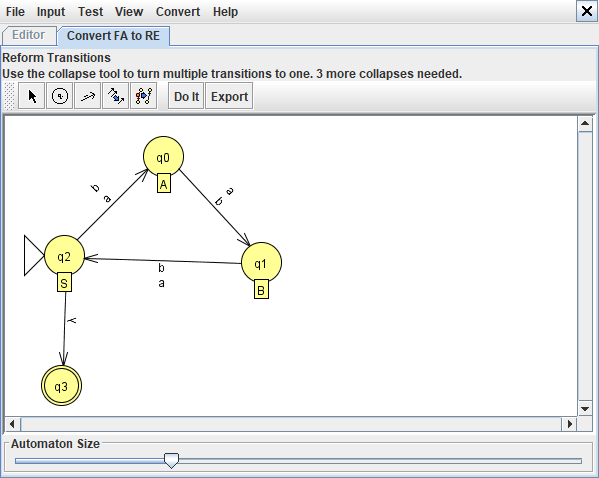


Рисунок 23 – Преобразование КА в РВ, шаг 1

Преобразование продолжается на рисунках 24-25.

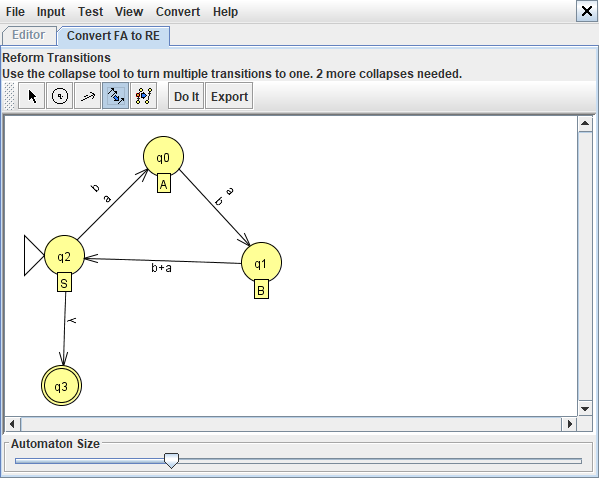


Рисунок 24 – Преобразование КА в РВ, шаг 2

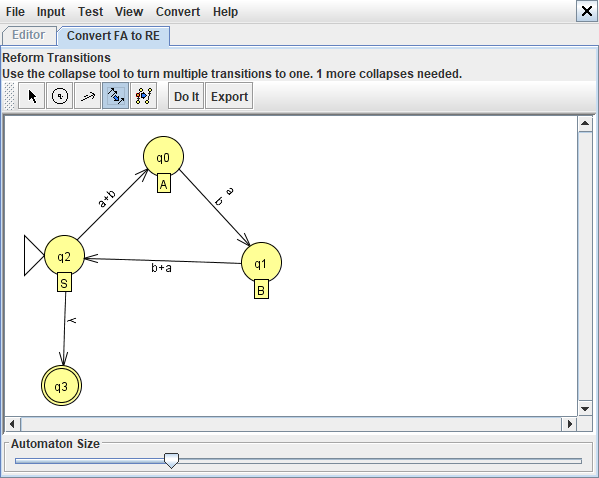


Рисунок 25 – Преобразование КА в РВ, шаг 3

Преобразование продолжается на рисунках 26-27.

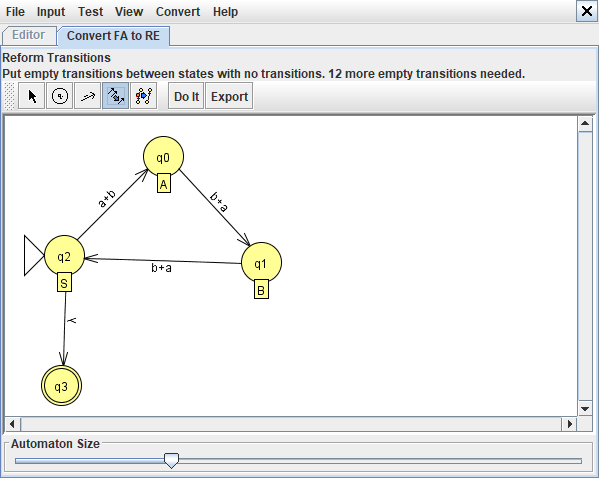


Рисунок 26 – Преобразование КА в РВ, шаг 4

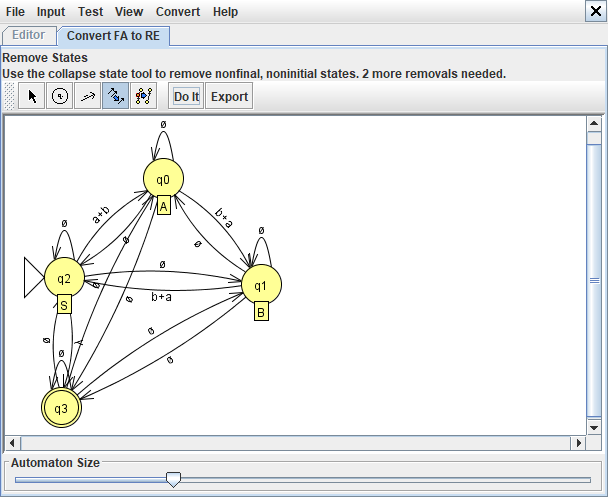


Рисунок 27 – Преобразование КА в РВ, шаг 5

Преобразование продолжается на рисунке 28, заканчивается на рисунке 29.

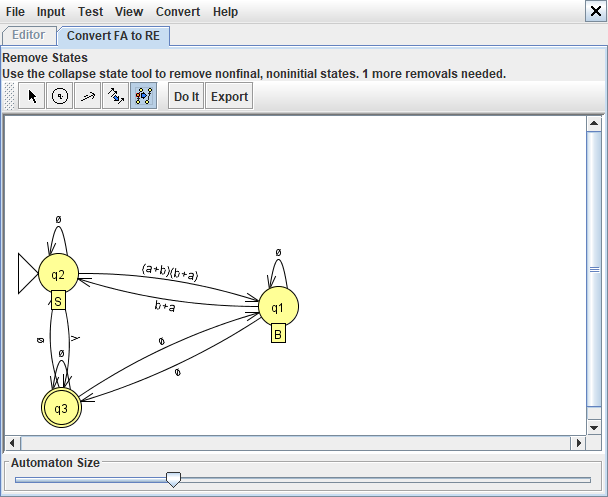


Рисунок 28 – Преобразование КА в РВ, шаг 6

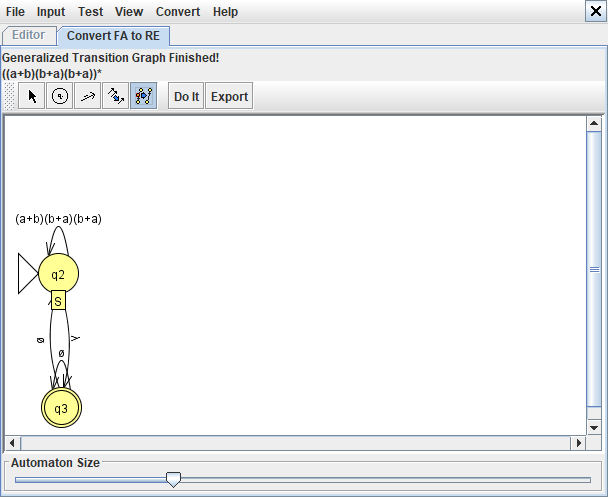


Рисунок 29 – Преобразование КА в РВ, шаг 7

Регулярное выражение представлено на рисунке 30.

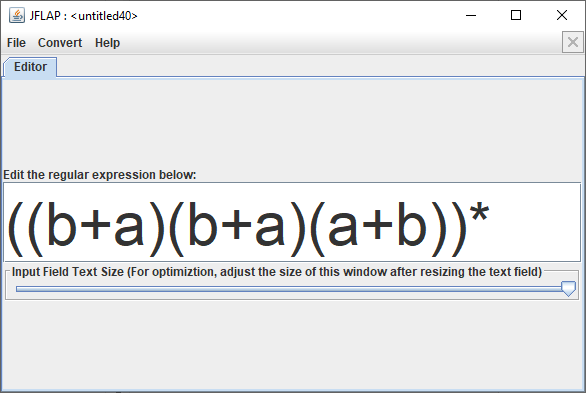


Рисунок 30 – Регулярное выражение

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

– регулярное выражение:

– регулярное выражение:

Язык :

порождает все возможные строки длиной 3 над .

порождает строки, которые являются конкатенацией нуля или более строк длиной 3, то есть строки длиной  .

Язык :

, так как объединение коммутативно.

, поскольку порядок символов в каждом не влияет на множество порождаемых строк (каждое или даёт или ).

Следовательно, также порождает все строки длиной 3.

порождает строки длиной  .

Так как , выражения и порождают одно и то же множество строк длиной 3. Применение «\*» к обоим выражениям даёт одинаковый язык, так как повторение одних и тех же строк длиной 3 приводит к одному и тому же множеству.

Вывод: , так как оба выражения описывают язык .

## Задание 4

Формально докажем нерегулярность языка :

Предположим, от противного, что язык является регулярным. Тогда, согласно лемме о разрастании для регулярных языков, существует константа (длина разрастания), такая что для любой строки с можно представить , где:

,

,

Для всех выполняется .

Выберем строку .

Очевидно, и , поскольку , и .

Согласно лемме, с указанными свойствами. Поскольку , а первые символов строки – это , то строки и целиком состоят из символов . Таким образом, можно записать:

,

,

,

где ,,.

Рассмотрим накачанное слово для :

Здесь ,. Поскольку , то , следовательно, , и .

Это противоречит лемме о разрастании. Следовательно, предположение о регулярности языка неверно, и язык нерегулярен.

# 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.