

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

**ОТЧЁТ О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №2**

Конечные автоматы. Вариант 20

---

тема

Преподаватель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Н.С. Черных

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Студент

КИ23-16/26, 032320734

\_\_\_\_\_

номер группы, зачётной книжки

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Д. Ходыкин

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Красноярск 2025

## 1 Цели

Реализация и исследование регулярных выражений.

## 2 Задачи

Для выполнения данной практической работы нам необходимо выполнить следующие задания.

– 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;

– 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;

– необходимо доказать нерегулярность либо регулярность предложенных системой JFLAP языков применением леммы о разрастании регулярных языков. Привести пошаговое выполнение доказательства. Вариант задается преподавателем;

– доказать формально нерегулярность заданных языков. Для доказательства рекомендуется использовать лемму о разрастании регулярных языков.

### 3 Ход работы

В первой части задания был получен язык, продемонстрированный на рисунке 1.

**Вариант 20.** Язык  $L_{20}$  над алфавитом  $\{a, b\}$  такой, что в любой строке количество символов  $a$  делится нацело на 3.

Рисунок 1 – Данный вариант для 1 части работы

На рисунках 2, 3 и 4 представлен КА и его преобразование в регулярное выражение с помощью средств JFLAP.

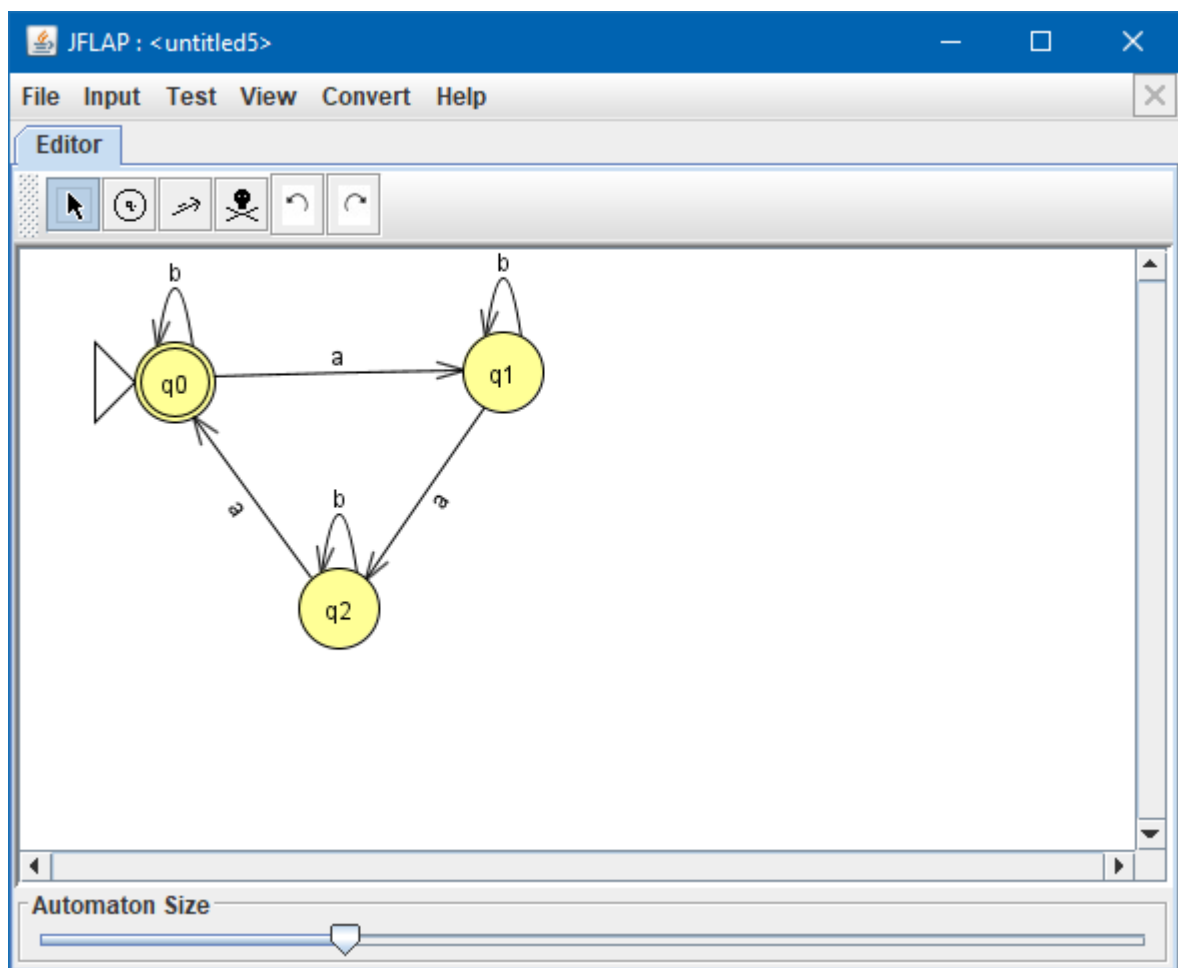


Рисунок 2 – Конечный автомат для языка

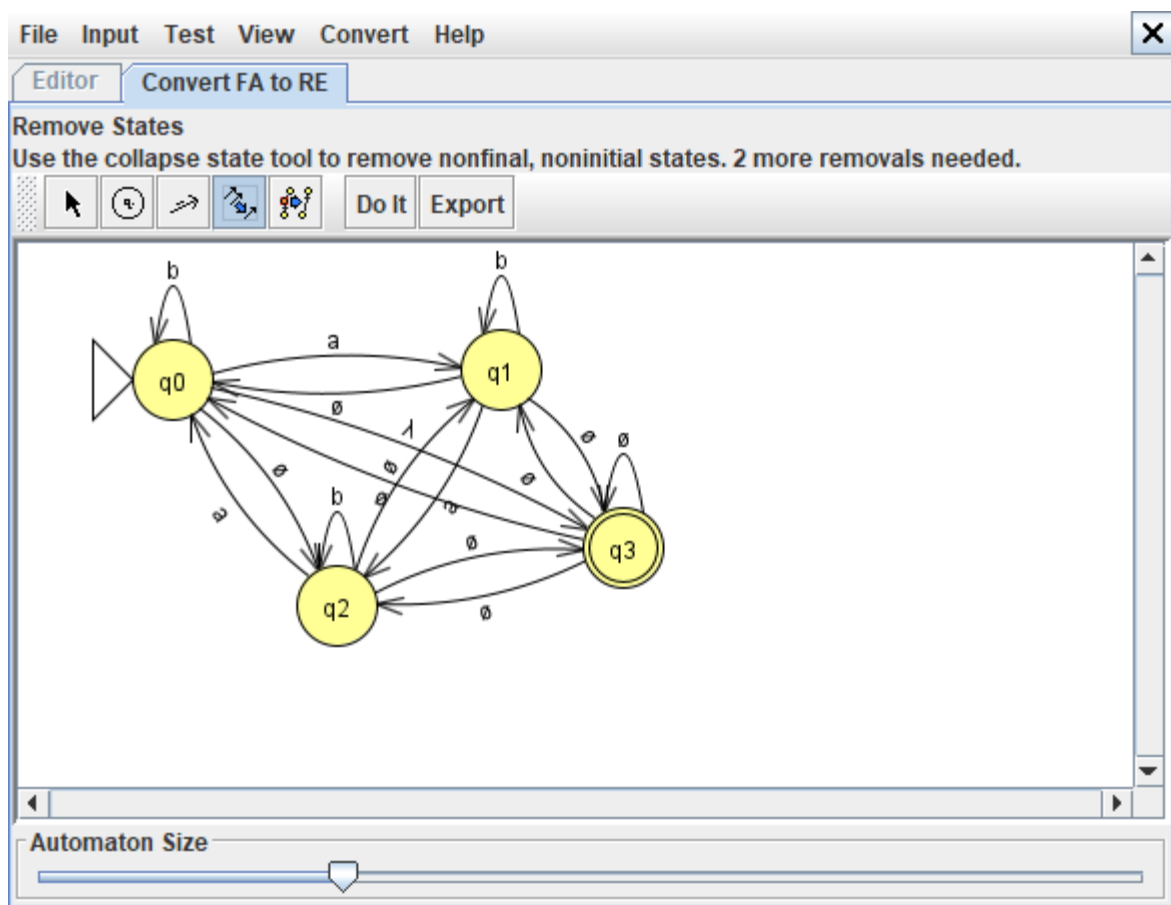


Рисунок 3 – Ход преобразований: добавление пустых переходов

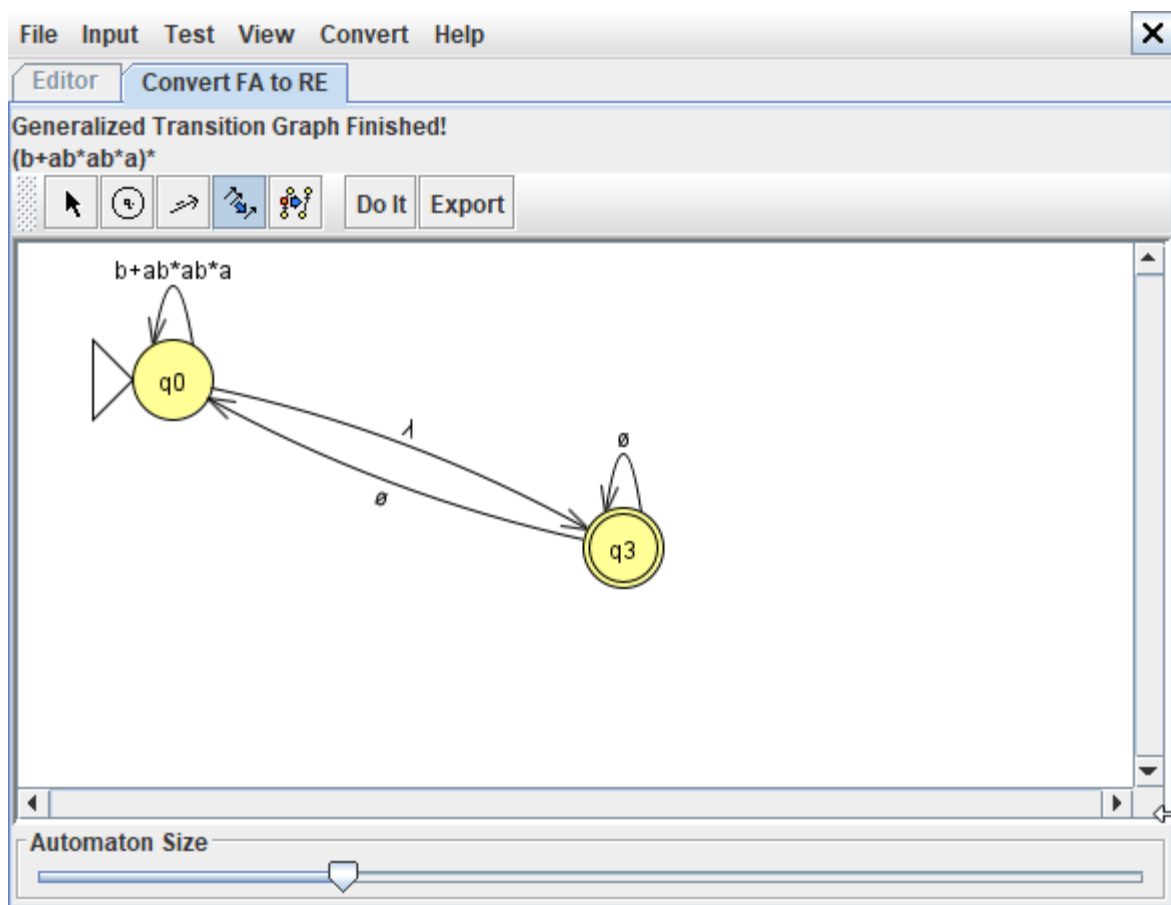


Рисунок 4 – Ход преобразований: удаление состояний-посредников

Во второй части задания нужно построить регулярную грамматику языка. Построенная грамматика и ее конвертация в КА с помощью JFLAP представлена на рисунке 5.

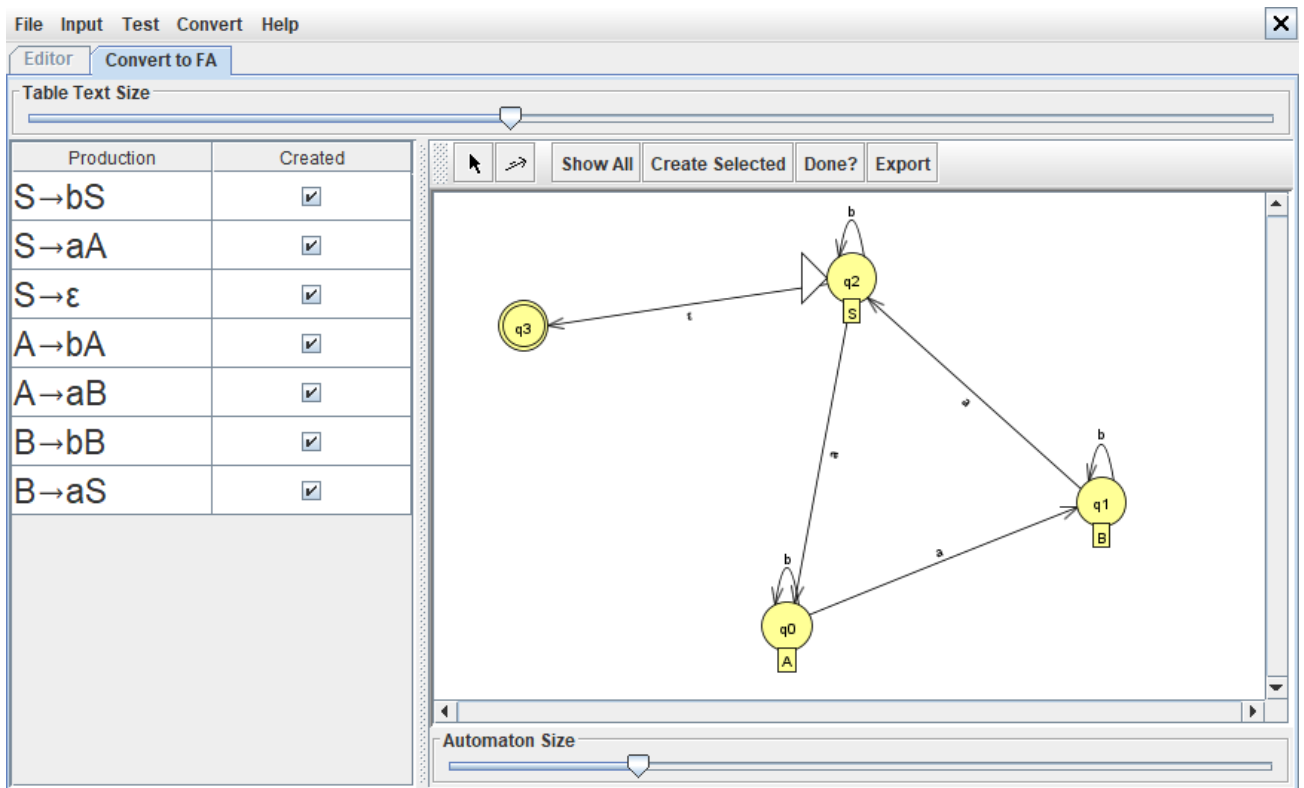


Рисунок 5 – Регулярная грамматика языка

В 3 части нужно было доказать нерегулярность либо регулярность языка с применением леммы о разрастании. Решение представлено на рисунке 6.

File
Help

Select a Pumping Lemma
Pumping Lemma

### $L = \{a^n : n \text{ is even}\}$ Regular Pumping Lemma

Objective: Find a valid partition that can be pumped.

Clear All
Explain
My Attempts:

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

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

aa
- Select decomposition of w into xyz.

x:
|x|: 0

y: aa
|y|: 2

z:
|z|: 0

a
a

Set xyz
- I have selected i to give a contradiction. It is displayed in Box 4.

i: 2
pumped string: aaaa
- Animation

x
y
z

w = \_ aa \_

$xy^2z = a^4 = \text{aaaa}$  is in the language. YOU WIN!

Step
Restart

Рисунок 6 – Применение леммы о возрастании

Далее, согласно заданию, надо было доказать формально нерегулярность заданных языков. Вариант представлен на рисунке 7.

**Вариант 7.** Язык  $L_{33} = \{www^R : w \text{ принадлежит } \{a,b\}^*, \text{ где } w^R \text{ — это строка, обратная } w\}$ .

Рисунок 7 – Вариант задания для 4 части

Доказательство:

Доказательство нерегулярности языка  $L_{33} = \{www^R : w \text{ принадлежит } \{a, b\}^*\}$  с использованием леммы о накачке

Лемма о накачке для регулярных языков: Если язык  $L$  регулярен, то существует константа  $p > 0$  такая, что любая строка  $s$  из  $L$  длиной не меньше  $p$  может быть разбита на три части  $s = xyz$ , удовлетворяющие условиям:

1.  $|xy| \leq p$
2.  $|y| \geq 1$
3. Для любого  $k \geq 0$  строка  $xy^kz$  принадлежит  $L$

Предположим, что язык  $L_{33}$  регулярен. Тогда существует константа накачки  $p$ .

Выберем строку  $s = a^p b^p b^p a^p$ . Эта строка принадлежит  $L_{33}$ , так как можно взять  $w = a^p b^p$ , тогда  $w^R = b^p a^p$ , и строка  $s = w w w w^R$  имеет требуемый вид.

Длина строки  $s$  равна  $4p$ , что больше или равно  $p$ .

Рассмотрим произвольное разбиение  $s = xyz$ , удовлетворяющее условиям леммы:  $|xy| \leq p$  и  $|y| \geq 1$ .

Поскольку  $|xy| \leq p$  и строка начинается с  $p$  символов  $a$ , то подстрока  $y$  состоит только из символов  $a$ . Пусть  $y = a^k$ , где  $1 \leq k \leq p$ .

Рассмотрим строку  $s' = xy^0z = xz$ . Эта строка получается удалением подстроки  $y$  из исходной строки.

Исходная строка:  $s = a^p b^p b^p a^p$

После удаления  $y$ :  $s' = a^{(p-k)} b^p b^p a^p$



Покажем, что строка  $s'$  не принадлежит языку  $L33$ . Для этого предположим противное: пусть  $s'$  принадлежит  $L33$ . Тогда существует некоторая строка  $w$  такая, что  $s' = w w w w^R$ .

Рассмотрим возможные длины  $w$ :

- Если  $|w| \leq p$ , то  $w$  состоит только из символов  $a$ , но тогда  $w^R$  также состоит только из  $a$ , что противоречит наличию символов  $b$  в строке  $s'$ .

- Если  $|w| > p$ , то  $w$  начинается с  $a^{(p-k)}$ , а  $w^R$  должен заканчиваться на  $a^{(p-k)}$ , но строка  $s'$  заканчивается на  $a^p$ , что не равно  $a^{(p-k)}$  при  $k \geq 1$ .

Таким образом, строка  $s' = xy^0z$  не принадлежит  $L33$ , что противоречит условию леммы о накачке.

Следовательно, наше предположение о регулярности языка  $L33$  неверно. Язык  $L33$  не является регулярным.

#### **4 Вывод**

В результате выполнения работы был изучен теоретический материал, выполнены поставленные задачи, составлен отчет.