

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского  
Факультет компьютерных наук  
Кафедра информационной безопасности

**Н.Ф. Богаченко**

**СБОРНИК ЗАДАНИЙ  
ПО ГРАММАТИКАМ  
И РАСПОЗНАВАТЕЛЯМ**

Омск - 2006

УДК 519.713:519.766:510.5

ББК 22.18я73

Б 733

**Богаченко Н.Ф.**

**Б 733** Сборник заданий по грамматикам и распознавателям.

– Омск: Издательство Наследие. Диалог-Сибирь, 2006.

– 22 с.: ил.

В сборнике представлены практические задания по курсу «Теория автоматов», касающиеся вопросов построения и анализа грамматик, распознавателей (конечных автоматов и машин Тьюринга), сетей Петри и клеточных автоматов.

Необходимый теоретический материал и примеры решения типовых задач подробно изложены в [1].

Предназначается для студентов, обучающихся по специальности 075200 – «Компьютерная безопасность» и по специальности 220100 – «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

**УДК 519.713:519.766:510.5**

**ББК 22.18я73**

Одобрено учебно-методической комиссией и ученым советом факультета компьютерных наук ОмГУ.

© Богаченко Н.Ф., 2006

© Омский госуниверситет, 2006

## Содержание

1. Построение грамматик.....	4
2. Конечные автоматы и автоматные грамматики .....	10
3. Машина Тьюринга.....	13
4. Сети Петри.....	17
5. Клеточные автоматы.....	19
Литература .....	21

## 1. Построение грамматик

### Вопросы по теории

**1.1.** Дайте определение грамматики. Перечислите типы грамматик по Хомскому и дайте их определения.

**1.2.** Как определить, содержит ли язык, порождаемый грамматикой, бесконечное число слов?

**1.3.** Что общего в А- и КС-грамматиках? Какие грамматики являются частным случаем других грамматик?

### Задания для практических занятий

**1.4.** Определите тип грамматики и язык, порождаемый этой грамматикой.

**1.4.1.**  $S \rightarrow abc$ .

**1.4.2.**  $S \rightarrow aB$ ,  $B \rightarrow Cd \mid dc$ ,  $C \rightarrow \varepsilon$ .

**1.4.3.**  $S \rightarrow 0A1$ ,  $0A \rightarrow 00A1$ ,  $A \rightarrow \varepsilon$ .

**1.4.4.**  $S \rightarrow aA$ ,  $A \rightarrow bA$ .

**1.5.** Определите тип грамматики. Является ли грамматика однозначной?

**1.5.1.**  $S \rightarrow 0 \mid S+0 \mid 0+S$ .

**1.5.2.**  $S \rightarrow AA$ ,  $A \rightarrow a \mid aa$ .

**1.5.3.**  $S \rightarrow aABc \mid \varepsilon$ ,  $A \rightarrow cSB \mid Ab$ ,  $B \rightarrow bB \mid a$ .

**1.6.** Дана КС-грамматика

$S \rightarrow AC$ ,  $A \rightarrow x \mid (S)$ ,  $C \rightarrow \{+A\}^*$

Правило для нетерминала  $C$  запишите в стандартной форме. Выведите слово  $((x+x)+x)$ .

1.7. В грамматике

$$S \rightarrow S + T \mid T, \quad T \rightarrow T * M \mid M, \quad M \rightarrow (S) \mid i$$

1.7.1: постройте левосторонний вывод слова  $i+i*i$ ;

1.7.2: покажите, что слово  $i+i*i$  однозначно;

1.7.3: выведите слово  $i+i$  десятью различными способами и покажите, что оно однозначно.

1.8. Дополните грамматику из предыдущего примера так, чтобы в порождаемых ею словах были допустимы арифметические операции «-» и «/», а также символы «k» и «с».

1.9. Чем, с точки зрения арифметики, плоха грамматика

$$B \rightarrow B + B \mid B * B \mid V \mid C, \quad V \rightarrow a \mid \dots \mid z, \quad C \rightarrow 0 \mid \dots \mid 9.$$

1.10. Опишите язык, порождаемый грамматикой

$$S \rightarrow AB, \quad A \rightarrow a \mid \dots \mid z, \quad B \rightarrow BB \mid \varepsilon \mid A \mid 0 \mid \dots \mid 9.$$

1.11. КС-грамматика

$$S \rightarrow AS \mid \varepsilon, \quad A \rightarrow 0 \mid 1$$

порождает язык  $\{0 \vee 1\}^*$ . Определите этот же язык А-грамматикой.

1.12. Постройте автоматную грамматику идентификатора в алфавите  $\{a, b, c, 0, 1, 2, 3\}$ .

1.13. Определите тип грамматики

$$\begin{aligned} S &\rightarrow xyASz, & S &\rightarrow Q, \\ yAQ &\rightarrow Qu, & yAx &\rightarrow xAy, & xQ &\rightarrow x. \end{aligned}$$

Докажите, что эта грамматика порождает слова вида  $x^n y^n z^n$  и никакие другие.

1.14. Преобразуйте правило  $XY \rightarrow YX$  так, чтобы оно удовлетворяло требованиям КЗ-грамматики.

1.15. Какие слова порождает грамматика

$$S \rightarrow xYz, \quad Yz \rightarrow XYYzz, \quad YX \rightarrow XY, \quad xX \rightarrow xx, \quad Y \rightarrow y?$$

Постройте вывод слова длины 9.

**1.16.** Постройте КС- и А-грамматики для слов вида  $x^n y^m z^k$ , где  $n, k > 0$  и  $m \geq 0$ .

**1.17.** Постройте деревья вывода слов  $xxxууz$ ,  $xxzzz$  и  $хуz$  по полученной в задаче **1.16** КС-грамматике.

**1.18.** Постройте граф состояний для А-грамматики из задачи **1.16**. Преобразуйте граф к детерминированной форме (если это необходимо).

**1.19.** Постройте КС-грамматику, А-грамматику и граф состояний для слов, состоящих из одного или нескольких идущих без разделения блоков. Каждый блок начинается с единственной буквы и содержит в качестве продолжения от одной до трех цифр.

**1.20.** Постройте КС-грамматику для слов, инвариантных относительно симметричного поворота, т.е. слов, которые слева и справа читаются одинаково. Терминалами считайте буквы русского алфавита. Постройте деревья вывода для слов *а, бб, казак, шалаш, анна*. Докажите, что других слов, типа *дом, он*, по вашей грамматике получить нельзя.

**1.21.** Постройте КС-грамматику, детерминированную А-грамматику и граф состояний для языка индексов ФОРТРАНа. Индексы ФОРТРАНа - это ограниченное арифметическое выражение, заключенное в круглые скобки. Ниже перечислены все возможные варианты этих индексов:  $(I)$   $(K)$   $(K^*I)$   $(I+K)$   $(I-K)$   $(K^*I+K)$   $(K^*I-K)$ , где  $I$  - идентификатор, а  $K$  - целая константа без знака ( $I, K$  считайте терминалами).

**1.22.** Постройте А-грамматики для следующих слов ( $n > 0$ ,  $k > 0$ ,  $m \geq 0$ ):

**1.22.1.**  $x^n y^k z^m$ .      **1.22.2.**  $x^m y^n z^k$ .

**1.23.** Постройте КС-грамматики для следующих слов ( $n > 0$ ,  $m \geq 0$ ):

**1.23.1.**  $x^n y^n z^m$ .      **1.23.2.**  $x^m y^n z^n$ .      **1.23.3.**  $x^n y^m z^n$ .

**1.24.** Постройте КС-грамматики для следующих слов в бинарном алфавите ( $T=\{0,1\}$ ,  $n, m > 0$ ):

**1.24.1.**  $0^n 1^m 0^m 1^n$ .

**1.24.2.**  $\alpha\alpha\alpha^R$ , где  $\alpha$  - любое слово из нулей и единиц, а  $\alpha^R$  - обращение (симметричный поворот) слова  $\alpha$ .

**1.24.3.**  $0^n 1^{2n+3}$ .

**1.24.4.** Всех слов, содержащих равное количество нулей и единиц.

**1.24.5.** Всех слов, содержащих равное количество нулей и единиц и такие, у которых количество нулей в каждом левом подслове не меньше чем единиц.

**1.24.6.**  $1^n 0^m 1^p$ , где  $n+p>m>0$ .

**1.25.** Опишите языки, порождаемые следующими грамматиками с начальным нетерминалом  $S$ :

**1.25.1.**  $S \rightarrow 10S0 \mid aA, \quad A \rightarrow bA \mid a.$

**1.25.2.**  $S \rightarrow SS \mid 1A0, \quad A \rightarrow 1A0 \mid \varepsilon.$

**1.25.3.**  $S \rightarrow 1A \mid B0, \quad A \rightarrow 1A \mid C, \quad B \rightarrow B0 \mid C, \quad C \rightarrow 1C0 \mid \varepsilon.$

**1.25.4.**  $S \rightarrow aSS \mid a.$

**1.25.5.**  $S \rightarrow bADc, \quad D \rightarrow Gl, \quad A \rightarrow aGs, \quad G \rightarrow \varepsilon.$

**1.26.** Какие из приведенных ниже слов можно вывести в данной грамматике? В каждом случае постройте левый вывод, правый вывод и дерево вывода.

$$\begin{array}{llll} S \rightarrow aAcB, & S \rightarrow BdS, & B \rightarrow aScA, & B \rightarrow cAB, \\ A \rightarrow BaB, & A \rightarrow aBc, & A \rightarrow a, & B \rightarrow b. \end{array}$$

**1.26.1.**  $aacb$

**1.26.2.**  $aaacbdbaacb$

**1.26.3.**  $aabcdb$

**1.26.4.**  $acabaaaacbcacb$

**1.26.5.**  $aaaaacbcacccab$

**1.27.** Постройте КС-грамматику для логических выражений, составленных из логических переменных, констант, скобок и знаков операций отрицания ( $\neg$ ), дизъюнкции ( $\vee$ ) и конъюнкции ( $\wedge$ ). Приоритеты обычные:  $\neg$  выполняется перед  $\wedge$ , а  $\wedge$  - перед  $\vee$ .

**1.28.** Добавьте к языку задачи **1.27** первичные логические выражения, каждое из которых представляет собой арифметическое выражение, за которым следует знак отношения ( $>$ ,  $\geq$ ,  $=$ ,  $\neq$ ,  $<$ ,  $\leq$ ) и еще одно арифметическое выражение, и постройте соответствующую КС-грамматику.

### Задания для самостоятельной работы

**1.29.** Постройте А-грамматики, порождающие следующие множества слов терминального словаря  $T = \{a, b\}$ :

**1.29.1.** Множество всех слов, которые могут быть построены из символов словаря:  $T^*$ .

**1.29.2.** Множество всех слов без пустого слова:  $T^+$ .

**1.29.3.** Множество всех слов, начинающихся с буквы  $a$ .

**1.29.4.** Множество  $L_1 = \{ab^n \mid n \geq 0\}$ .

**1.29.5.** Множество  $L_2 = \{b^na \mid n \geq 1\}$ .

**1.30.** Постройте КС-грамматики, порождающие следующие множества слов из символов терминального словаря  $T = \{a, b, c\}$ , в которых буква  $b$  может повторяться  $n$  раз:

**1.30.1.**  $L_3 = \{ab...bc \mid n \geq 0\}$ .

**1.30.2.**  $L_4 = \{ab...bc \mid n \geq 1\}$ .

**1.31.** Постройте КС-грамматику, задающую язык, который состоит из слов, начинающихся символом  $\$$  и заканчивающихся символом  $?$ , между которыми расположена непустая последовательность из знаков  $+$  и  $-$ , не содержащая двух одинаковых символов, стоящих рядом. Примеры слов:  $\$+?$ ,  $\$+?$ ,  $\$+-+?$ ,  $\$-+-?$ .



**1.32.** Постройте КС-грамматику для задания составных идентификаторов. Составной идентификатор может представлять собой несколько обычных идентификаторов, разделенных точкой. Примеры: PQ.F11 , SICN.X1.R , BL31.IN3.A6 .

**1.33.** Постройте КС-грамматику, порождающую правильные выражения, состоящие из знаков  $\&$ ,  $\vee$  (конъюнкция, дизъюнкция), которые соединяют отношения. Отношение строится из двух идентификаторов, соединенных знаками  $>$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $\neq$ . Например,  $x > y \vee x > z$  или  $x = a \& x > b \vee x < c$ .

**1.34.** Определите, есть ли бесполезные (непроизводящие и недостижимые) символы в следующей грамматике, и, если они есть, постройте приведенную грамматику.

$$\begin{aligned} I &\rightarrow A \mid B \mid D, & A &\rightarrow aB \mid bI \mid b, & B &\rightarrow AB \mid Ba \mid AI \mid b, \\ D &\rightarrow CA b \mid aE, & C &\rightarrow aD, & E &\rightarrow b. \end{aligned}$$

**1.35.** По заданной грамматике постройте грамматику без леворекурсивных правил. Эквивалентность проверьте на примерах выводов.

$$I \rightarrow aA \mid Ic \mid Ab, \quad A \rightarrow d.$$

## 2. Конечные автоматы и автоматные грамматики

**2.1.** Постройте детерминированные A-грамматики и их графы состояний для следующих слов, завершающихся символом «;»:

**2.1.1.** Целые числа без знака и без незначащих нулей.

**2.1.2.** Четные целые числа без знака.

**2.1.1.** Идентификаторы, содержащие четное количество символов.

**2.2.** Постройте конечный детерминированный автомат с входным алфавитом  $\{0,1\}$ , который допускает в точности такое множество слов:

**2.2.1.** Все входные слова.

**2.2.2.** Все входные слова, кроме пустого.

**2.2.3.** Ни одного входного слова.

**2.2.4.** Входное слово 101.

**2.2.5.** Два входных слова: 01 и 0100.

**2.2.6.** Все входные слова, начинающиеся с нуля и заканчивающиеся на единицу.

**2.2.7.** Все слова, не содержащие ни одной единицы.

**2.2.8.** Все слова, содержащие в точности три единицы.

**2.2.9.** Все слова, в которых перед и после каждой единицы стоит 0.

**2.3.** Постройте конечный детерминированный автомат, который будет распознавать слова *go* и *to*, причем между ними может быть произвольное число пробелов, включая нулевое.

**2.4.** Постройте конечные детерминированные автоматы для описанных ниже множеств слов из нулей и единиц:

2.4.1. Число единиц четное, а нулей – нечетное.

2.4.2. Между вхождениями единиц четное число нулей.

2.4.3. За каждым вхождением пары 11 следует 0.

2.4.4. Каждый третий символ – единица.

2.4.5. Имеется по крайней мере одна единица.

2.5. Опишите множества слов, распознаваемых каждым из следующих автоматов:

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
0	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
1	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>C</i>

(a)

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
0	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>C</i>
1	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>C</i>

(б)

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
0	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>D</i>

(в)

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
0	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>D</i>

(г)

2.6. Опишите множества слов, распознаваемых каждым из следующих недетерминированных автоматов:

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
0	<i>A, B</i>		<i>C</i>
1		<i>B, C</i>	

(a)

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
0	<i>B</i>		
1		<i>C, A</i>	

(б)

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
0	<i>B</i>	<i>C, D</i>	<i>B</i>	
1		<i>B</i>		

(в)

2.7. Для каждого из автоматов, приведенных ниже, найдите входное слово или входные слова с минимальной суммарной длиной, такие, что под их действием

- (а) каждое состояние имеет место хотя бы один раз;
- (б) каждый переход происходит хотя бы один раз.

2.7.1.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
<b>0</b>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>E</i>
<b>1</b>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>A</i>
	0	1	0	0	1	1

2.7.2.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
<b>0</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>F</i>
<b>1</b>	<i>E</i>	<i>D</i>	<i>F</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>C</i>
	0	0	1	1	1	0

2.8. Постройте конечный автомат, который будет допускать только те слова, которые можно построить из подслов *go*, *goto*, *too*, *on*. Возможны повторения, но не пересечения. Так, одно из допустимых слов *goongotoongotooon*. Можно построить недетерминированный автомат.

2.9. Найдите недостижимые состояния автомата

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>
<b>0</b>	<i>C</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>G</i>	<i>D</i>	<i>B</i>
<b>1</b>	<i>E</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>J</i>	<i>I</i>	<i>A</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
<b>2</b>	<i>G</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>J</i>	<i>B</i>	<i>G</i>	<i>G</i>
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

### 3. Машина Тьюринга

В этом разделе при построении машин Тьюринга необходимо учитывать следующие замечания:

1. Если не оговорено противное, в начале работы машина находится в состоянии  $q_0$  или (0).
2. Если не оговорено противное, в начале работы устройство (указатель) обозревает первый символ слова на ленте.
3. Директивы движения устройства (указателя):  
 L – переместиться на ячейку влево;  
 R – переместиться на ячейку вправо;  
 N – остаться в обозреваемой ячейке.
4. Если заключительное состояние одно, то оно обозначается  $q_*$  или (\*).
5. Если не оговорено противное, после остановки положение устройства (указателя) не важно.
6. Пустые ячейки отмечаются символом  $\varepsilon$ .

#### Задания для практических занятий

**3.1.** Постройте машину Тьюринга, реализующую функцию  $f(x) = x + 1$  в десятичной системе счисления. В начале работы указатель установлен на разряд единиц.

**3.2.** Модифицируйте машину Тьюринга задачи **3.1** так, чтобы после остановки указатель располагался справа от числа.

**3.3.** Модифицируйте машину Тьюринга задачи **3.1** так, чтобы в начале вычислений указатель был установлен на первый символ числа.

**3.4.** Пусть на ленте записано число  $x$  в десятичной системе счисления, а справа от числа подряд записаны «палочки»:

...	$\varepsilon$	$\varepsilon$	$\varepsilon$	2	7	9						$\varepsilon$	$\varepsilon$	$\varepsilon$	...
-----	---------------	---------------	---------------	---	---	---	--	--	--	--	--	---------------	---------------	---------------	-----

Что делает следующая машина Тьюринга, если к началу работы указатель установлен на самую правую «палочку», а устройство находится в состоянии (1):

	(0)			(1)		
0	(*)	1	N			
1	(*)	2	N			
8	(*)	9	N			
9	(0)	0	L			
$\varepsilon$	(*)	1	N			
	(0)		L	(0)	$\varepsilon$	L

Выпишите последовательность конфигураций для ленты, представленной в задании.

**3.5.** Постройте машину Тьюринга, которая подсчитывает число «палочек», записанных подряд на ленте. В начале работы указатель установлен на самую правую «палочку».

Постройте машину Тьюринга, которая переводит число  $x$  из унарной системы счисления в десятичную.

**3.6.** Постройте машину Тьюринга, реализующую функцию  $f(x) = x - 1$  в десятичной системе счисления. В начале работы указатель установлен на разряд единиц;  $x \geq 1$ .

**3.7.** Постройте машину Тьюринга, которая переводит число  $x$  из десятичной системы счисления в унарную. В начале работы указатель установлен на разряд единиц;  $x \geq 1$ .

**3.8.** Постройте машину Тьюринга, которая складывает два числа в унарной системе счисления. Числа разделены символом «+».

**3.9.** Постройте машину Тьюринга, которая прибавляет  $x$  к  $y$  бесконечное число раз. Числа  $x$ ,  $y$  заданы в унарной системе счисления и разделены символом «+».

**3.10.** Постройте машину Тьюринга, которая перемножает два числа, заданных в унарной системе счисления. Числа строго больше нуля и разделены символом «•».

### Задания для самостоятельной работы

**3.11.** Постройте машину Тьюринга, реализующую функцию  $f(x) = x + 1$  в унарной системе счисления. После остановки указатель должен быть расположен над первым символом числа.

**3.12.** Постройте машину Тьюринга, реализующую функцию  $f(x) \equiv 1$  в унарной системе счисления. После остановки указатель должен быть расположен над первым символом числа.

**3.13.** Постройте машину Тьюринга, реализующую функцию  $f(x) = x - 1$  в унарной системе счисления,  $x \geq 1$ . После остановки указатель должен быть расположен над первым символом числа.

**3.14.** Постройте машину Тьюринга, складывающую несколько чисел в унарной системе счисления. Числа разделены символом «+».

**3.15.** Постройте машину Тьюринга, вычитающую второе число из первого в унарной системе счисления. Числа разделены символом «-».

**3.16.** Постройте машину Тьюринга, удваивающую число в унарной системе счисления.

**3.18.** Примените к последовательности процедуру расширения:

Символ	Расширенная форма записи
0	0
1	10
,	110
+	1110
-	11110
.	111110

и получите расширенную двоичную запись.

**3.18.1.** 2, 14, 1, 1, 0, 5.

**3.18.2.** 3, 11, 1, 0, 1, 7.

**3.18.3.** 1, 0, 1, 5, 2, 13.

**3.19.** Примените к последовательности, которая является расширенной двоичной записью некоторого выражения, процедуру сокращения и получите десятичное представление этого выражения.

**3.19.1.** 1001011101010111101000

**3.19.2.** 1000111101010111010010

**3.19.3.** 1010111010001111010010



## 4. Сети Петри

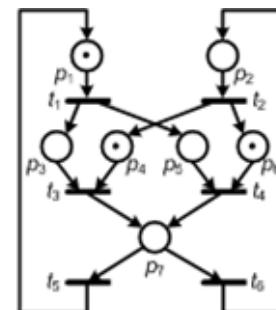
### 4.1. Проанализируйте сеть Петри:

- постройте таблицы функции инцидентности;
- определите начальную разметку;
- определите, какие переходы могут сработать;
- постройте граф разметок (или его фрагмент);
- выпишите несколько слов свободного языка сети;
- найдите тупиковые разметки или докажите, что тупиковых разметок нет.

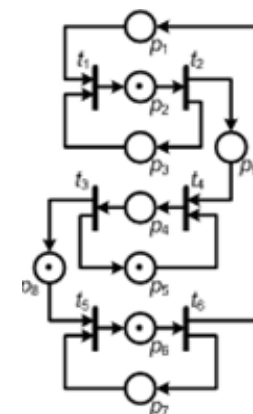
Ответьте на вопросы:

- Является ли сеть живой? Какие переходы потенциально живы, потенциально мертвы?
- Является ли сеть ограниченной, безопасной?
- Является ли сеть устойчивой?

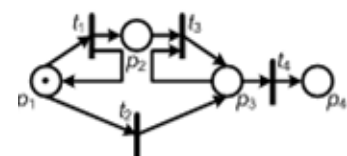
#### 4.1.1.



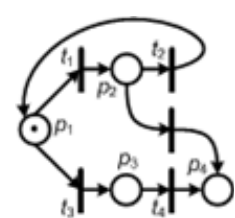
#### 4.1.2.



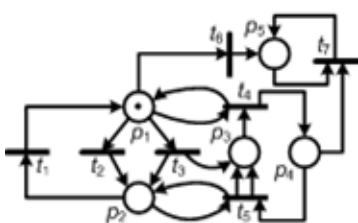
4.1.3.



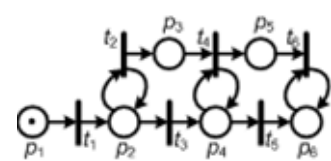
4.1.4.



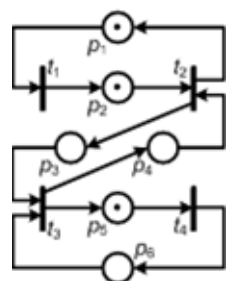
4.1.5.



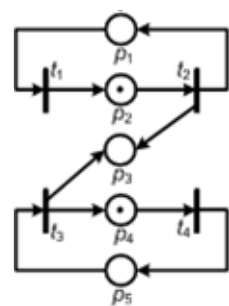
4.1.6.



4.1.7.



4.1.8.



## 5. Клеточные автоматы

**5.1.** Проследите эволюцию черного (единичного) квадрата размером  $4 \times 4$  на белом (нулевом) фоне для клеточного автомата, правила которого задаются формулой

$$c_{new} = c \oplus n \oplus s \oplus w \oplus e.$$

Окрестность клетки  $c$  такого автомата имеет вид, представленный на рисунке 5.1.

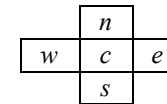
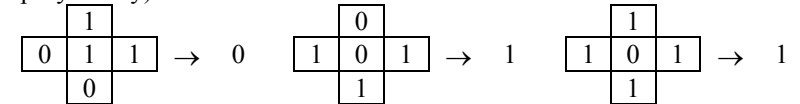


Рис. 5.1.

**5.2.** Пусть законы функционирования клеточного автомата определяются правилами Бэнкса (с учетом того, что повернутые по часовой стрелке варианты каждого элемента приводят к тому же результату):



Для начальных конфигураций, представленных на рисунке 5.2, проследите несколько шагов перемещения «сигнала» по «проводу». «Научите» сигналы заворачивать за край провода, пересекаться и т.п.



Рис. 5.2.

**5.3.** Напишите программу, моделирующую клеточный автомат, правила которого заданы таблично. Формат окрестности клетки изображен на рисунке 5.1. Таблица заполняется либо вручную, либо случайным образом. Начальная конфигурация также может формироваться двумя способами: пользователем или случайным образом.

**5.4.** Напишите программу, моделирующую клеточный автомат, для формата игры «Жизнь»: окрестность клетки состоит из 8 ближайших «соседей» (см. рис. 5.3). Правила игры:

**5.4.1.** Процесс растекания чернильного пятна на промокашке: если в окрестности клетки расположено в точности три закрашен-

ных клетки, то выбранная центральная клетка отмечается; эта клетка отмечается и в том случае, если она расположена непосредственно над закрашенной клеткой. Описанная процедура повторяется для каждой клетки сетки. После этого все отмеченные клетки закрашиваются.

**5.4.2.** Игра «Жизнь»: живая (единичная) клетка останется живой, только когда она окружена двумя или тремя живыми соседями, в противном случае она будет чувствовать или «перенаселенность», или «одиночество» и умрет (станет нулевой); мертвая (нулевая) клетка обретет жизнь (станет единичной), если будет окружена в точности тремя живыми соседями.

1	2	3
4	<i>c</i>	5
6	7	8

Рис. 5.3.

## Литература

1. Богаченко Н.Ф., Файзуллин Р.Т. *Автоматы, грамматики, алгоритмы*. Учебно-методическое пособие. Омск: Издательство На-следие. Диалог-Сибирь, 2006. 140 с.
2. Котов В.Е. *Сети Петри*. М.: Наука, 1984. 160 с.
3. Кук Д., Бейз Г. *Компьютерная математика*. М.: Наука, 1990. 384 с.
4. Пенроуз Р. *Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и за-конах физики*. М.: Едиториал УРСС, 2003. 384 с.
5. Тоффоли Т., Марголус Н. *Машины клеточных автоматов*. М.: Мир, 1991. 280 с.
6. Трахтенброт Б.А. *Алгоритмы и машинное решение задач*. М.: Государственное издательство технико-теоретической литера-туры, 1957. 95 с.
7. Шамашов М.А. *Теория формальных языков. Грамматики и автоматы*. Учебное пособие. Самара, 1996. (Электронная версия.)

**Богаченко Н.Ф.**

**СБОРНИК ЗАДАНИЙ ПО ГРАММАТИКАМ  
И РАСПОЗНАВАТЕЛЯМ**

Авторское редактирование

Подготовлено к печати  
ООО «Издательство Наследие. Диалог-Сибирь»  
Лицензия ЛР № 071680 от 04.06.98.

Подписано в печать 01.06.2006.  
ОП. Формат 60x84 1/16 . Усл.печ.л. 1,38. Уч.-изд.л. 1,30.  
Тираж 100 экз.

Полиграфический центр КАН  
644050, г. Омск, пр. Мира 32, ком.11, тел. (381-2) 65-47-31  
Лицензия ПЛД № 58-47 от 21.04.97 г.