

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к самостоятельной работе

(для студентов направления «Системный анализ» заочной формы обучения)

Утверждено
на заседании кафедры ИСПР
протокол № 2 от 09.09.2014 г.

Краматорск 2014

УДК 510.5, 510.6, 519.713

Дискретная математика: Методические указания к самостоятельной работе для студентов направления «Системный анализ» заочной формы обучения / Сост. Е. Ю. Гудкова. – Краматорск: ДГМА, 2014. – 19 с.

Методические указания содержат материал по подготовке к выполнению контрольной работы и сдаче зачёта по дисциплине «Дискретная математика» студентами заочной формы обучения.

Составитель

Гудкова Е. Ю., ассистент

Отв. за выпуск

Мельников А. Ю., к.т.н., доцент

СОДЕРЖАНИЕ

Общие сведения.....	4
Примеры задач.....	4
Тема «Теория множеств».....	4
Тема «Булевы функции».....	5
Тема «Основы теории кодирования»	5
Тема «Основы теории конечных автоматов»	6
Вопросы для самоподготовки по теоретическому материалу	9
Список рекомендуемой литературы.....	19

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Контрольная работа предполагает выполнение следующих заданий:

1. решение практических задач по темам – 70 баллов, в том числе:
 - задачи по теме «Теория множеств» - 15 баллов,
 - задача по теме «Булевы функции» - 15 баллов,
 - задача по теме «Основы теории кодирования» - 20 баллов,
 - задача по теме «Основы теории конечных автоматов» - 20 баллов.

Алгоритмы выполнения практических задач рассмотрены в [1].

2. ответы на теоретические вопросы, представленные в виде тестов закрытой формы (выбор одного или нескольких вариантов ответа из перечня предложенных) – 30 баллов (10 вопросов по 3 балла за каждый полностью правильный ответ и 1 балл за частично правильный).

Зачёт считается сданным в случае набора в сумме не менее 55 баллов.

ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ

Тема «Теория множеств»

Пример 1.

Во время сессии 24 студента группы должны сдать три зачета (множества A , B , C): по физике(A), математике(B) и программированию (C). 20 студентов сдали зачет по физике, 10 – по математике, 5 – по программированию, 7 – по физике и математике, 3 – по физике и программированию, 2 – по математике и программированию. Сколько студентов сдали все три зачета?

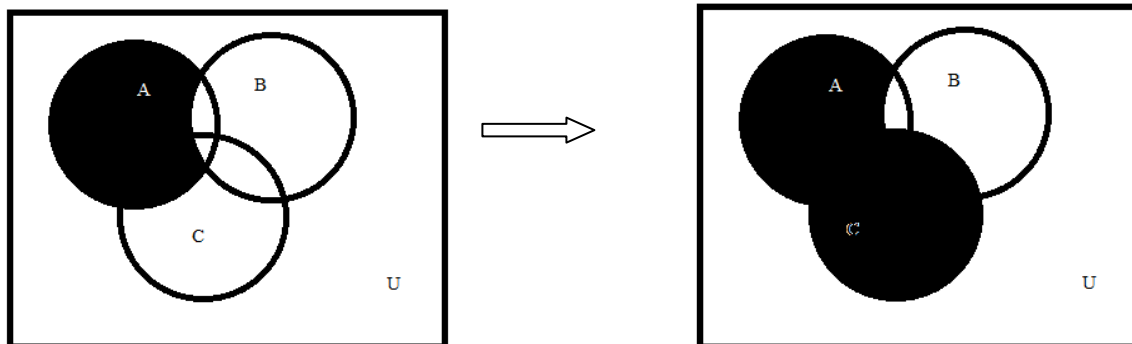
Решение.

Согласно методу включения/исключения N (общее количество студентов) равно $A+B+C-A \cap B - A \cap C - B \cap C + A \cap B \cap C$. Количество студентов, сдавших три зачета из приведенной формулы $A \cap B \cap C$ рассчитаем как $N - (A + B + C - A \cap B - A \cap C - B \cap C)$: $24 - 20 - 10 - 5 + 7 + 3 + 2 = 1$ человек сдал все три зачета.

Пример 2.

Нарисовать диаграмму Эйлера-Венна для множества $(A \setminus B) \cup C$.

Решение.



Тема «Булевы функции»

Пример 3. Записать СДНФ и СКНФ для функции, заданной таблицей истинности (таблица 1):

Таблица 1 – Таблица истинности

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	$F(A,B,C)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Решение

а) Формула СДНФ:

$$F(A,B,C) = A \wedge B \wedge C \vee \bar{A} \wedge B \wedge C \vee A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \vee \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} ;$$

б) Формула СКНФ:

$$F(A,B,C) = (A \vee B \vee \bar{C}) \wedge (A \vee \bar{B} \vee C) \wedge (\bar{A} \vee B \vee \bar{C}) \wedge (\bar{A} \vee \bar{B} \vee C).$$

Тема «Основы теории кодирования»

Пример 4. Для распределений вероятностей появления букв {0,3;0,2;0,2;0,1;0,1;0,05;0,05} построить код методом Фано. Определить среднюю длину кодирования. Для самого короткого и самого длинного закодированного символа составить код Хемминга.

Решение.

Составление кода методом Фано

0,3	0	0			00
0,2		1			01
0,2	1	0	0		100
0,1			1		101
0,1		1	0		110
0,05			1	0	1110
0,05				1	1111

Средняя длина кодирования составляет

$$2*(0,3+0,2)+3*(0,2+0,1+0,1)+4*(0,05+0,05) = 2,6$$

Код Хэмминга - 01→**0*1→10011

1111→**1*111→1111111

Пример 5. Для заданных распределений вероятностей появления букв $P=\{0,11;0,09;0,16;0,24...\}$ (добавить до 1) построить код методом Хаффмана.

Определить среднюю длину кодирования.

Для самого короткого и самого длинного закодированного символа составить код Хемминга.

Решение.

До 1 не хватает 0,4 добавим два элемента 0,15 и 0,25.

0,25	0,25	0,31	0,44	0,56	1	01
0,24	0,24	0,25	0,31	0,44		10
0,16	0,20	0,24	0,25			000
0,15	0,16	0,20				001
0,11	0,15					110
0,09						111

Средняя длина кодирования составляет

$$2*(0,25+0,24)+3*(0,16+0,15+0,11+0,09)=2,51$$

Код Хэмминга

$$**0*1 \rightarrow 10011$$

$$**1*11 \rightarrow 001011$$

Тема «Основы теории конечных автоматов»

Пример 6. Построить МП-автомата по заданной КС-грамматике: $G(\{+, (,), a\}, \{S, A\}, \{S \rightarrow S+A \mid A, A \rightarrow (S) \mid a\}, \{S\})$.

Решение.

Дана КС-грамматика:

$G(\{+, (,), a\}, \{S, A\}, \{S \rightarrow S+A \mid A, A \rightarrow (S) \mid a\}, \{S\})$. Последовательность построения МП-автомата будет иметь вид.

1) $Q = \{q\}$, $q_0 = q$, $T = \{+, (,), a\}$, $N = \{+, (,), a, S, A\}$, $N_0 = S$, $Z = \emptyset$.

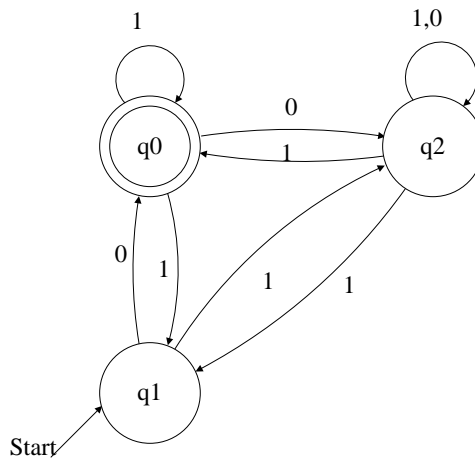
2) $F(q, \lambda, S) = (q, S+A)$, $F(q, \lambda, S) = (q, A)$, $F(q, \lambda, A) = (q, (S))$; $F(q, \lambda, A) = (q, a)$.

3) $F(q, t, t) = (q, \lambda)$ для каждого $t \in \{+, (,), a\}$.

Распознавание строки (a) построенным МП-автоматом представлено в таблице 5.1. Полученный МП-автомат является недетерминированным
Таблица 5.1 – Распознавание МП-автоматом строки (a)

Номер конфигурации	Текущее состояние	Входная строка	Содержимое магазина
1	q	(a)	S
2	q	(a)	A
3	q	(a)	(S)
4	q	a)	S)
5	q	a)	A)
6	q	a)	a)
7	q))
8	q	λ	λ

Пример 7. Преобразовывать НКА в эквивалентный ему ДКА.



Конечный автомат – это структура вида

$$M = \{Q, A, O, f, g, q_0, F\},$$

где Q – конечное множество число состояний;

I – конечное множество допустимых входных символов;

O – конечное множество допустимых выходных символов;

f – отображение множества $S \times I$ во множество S , которое определяет выбор следующего состояния (функцию f называют *функцией переходов*);

g – отображение множества $S \times I$ во множество O , которое определяет выходной символ (функцию g называют *функцией выходов*);

$s_0 \in S$ – начальное состояние управляющего устройства;

$F \subseteq S$ – множество завершающих состояний.

Для заданного конечного автомата

$$Q = \{q_0, q_1, q_2\}$$

$$A = \{0, 1, \perp\}$$

$$q_0 = q_1$$

$$F = \{q_0\}$$

Функция переходов недетерминированного конечного автомата представлена в таблице

f			
Q	0	1	\perp
q0	q2	q0q1	1
q1	q0	q2	0
q2	q2	q0q1q2	0

Переходим к построению детерминированного автомата

Q	0	1	\perp	
q1(Start)	q0	q2	0	a
q0	q2	q0q1	1	b
q2	q2	q0q1q2	0	c
q0q1	q0q2	q0q1q2	1	d
q0q1q2	q0q2	q0q1q2	1	e
q0q2	q2	q0q1q2	1	f

Таблица переходов f детерминированного автомата

Q	0	1	\perp
a	b	c	0
b	c	d	1
c	c	e	0
d	f	e	1
e	f	e	1
f	c	e	1

Проверим состояния конечного автомата на достижимость.

Во все состояния можно попасть из начального, значит – все состояния достижимы.

Проверим состояния конечного автомата на эквивалентность.

По входному символу \perp

{b,d,e,f}, {a,c}

По входному символу 0

{a}, {b}, {f}, {c}, {d,e}

По входному символу 1

{d,e}

Из двух эквивалентных состояний оставляем одно, а второе вычеркиваем.

Новая таблица переходов f' детерминированного автомата

Q	0	1	\perp
a	b	c	0
b	c	d	1
c	c	d	0
d	f	d	1
f	c	d	1

Эквивалентные состояния отсутствуют, в итоге минимизированный конечный автомат принимает вид:

Q	0	1	\perp
a	b	c	0
b	c	d	1
c	c	d	0
d	f	d	1
f	c	d	1

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОМУ МАТЕРИАЛУ

1. Какое из двух утверждений верно:
 - а) ориентированный граф является частным случаем неориентированного графа;
 - б) неориентированный граф является частным случаем ориентированного графа?
2. Перечислите все возможные способы задания графов.
3. Что характеризует сумма элементов столбца матрицы смежности неориентированного графа?
4. Что характеризует сумма элементов строки матрицы смежности неориентированного графа?
5. Что характеризует сумма элементов столбца матрицы смежности ориентированного графа?
6. Что характеризует сумма элементов строки матрицы смежности ориентированного графа?
7. Всегда ли матрица смежности симметрична относительно главной диагонали?
8. Как по матрице смежности определить число ребер неориентированного графа?
9. Как по матрице инцидентности, не рисуя граф, определить его матрицу смежности?
10. Может ли матрица $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ быть матрицей смежности неориентированного графа?
11. Какие из следующих утверждений являются правильными: а) если матрица смежности несимметричная, то граф ориентированный; б) если граф неориентированный, то матрица смежности симметричная; в) если диагональные элементы матрицы смежности – нули, то граф неориентированный?
12. Может ли вершина, входящая в цикл графа, иметь степень, меньшую двух?
13. Как называется путь, у которого начало первой дуги совпадает с концом последней?
14. Как называется маршрут, у которого первая вершина совпадает с последней?

15. Можно ли утверждать, что сильно связный граф всегда содержит контур?
16. Верно или неверно утверждение, что в ориентированном графе с контурами минимальный путь может содержать контуры?
17. Как называется связный граф без циклов?
18. Сколько ребер имеет связный граф без циклов с n вершинами?
19. Верно или неверно следующее утверждение: Минимальное остовное дерево может содержать циклы?
20. Сколько существует различных булевых функций n переменных?
а) 2^n ; б) 2^{2^n} ; в) n^2 ; г) $n!$.
21. Сколько существует различных наборов переменных для булевой функции n переменных?
а) 2^n ; б) 2^{2^n} ; в) n^2 ; г) $n!$.
22. Какое из следующих утверждений верно:
а) Переменные булевой функции и сама булева функция принимают значения 0 или 1;
б) Переменные булевой функции принимают значения 0 или 1, а значения самой булевой функции совпадают с множеством действительных чисел;
в) Значения переменных булевой функции совпадают с множеством действительных чисел, а сама булева функция принимает значения 0 или 1;
г) Значения переменных булевой функции и значения самой функции совпадают с множеством действительных чисел;
23. Сколько может быть различных ДНФ у булевой функции?
а) ноль или одна; б) ноль или бесконечно много;
в) ноль или одна; г) одна; д) одна или бесконечно много.
24. Сколько может быть различных СДНФ у булевой функции?
а) ноль или одна; б) ноль или бесконечно много;
в) ноль или одна; г) одна; д) одна или бесконечно много.
25. Сколько может быть различных КНФ у булевой функции?
а) ноль или одна; б) ноль или бесконечно много;
в) ноль или одна; г) одна; д) одна или бесконечно много.
26. Сколько может быть различных СКНФ у булевой функции?
а) ноль или одна; б) ноль или бесконечно много;
в) ноль или одна; г) одна; д) одна или бесконечно много.
27. Назовите множество, которое является подмножеством любого множества.
28. Может ли быть множество эквивалентно своему подмножеству?
29. Сколькими способами можно составить расписание одного учебного дня из 5 различных уроков?
30. В классе 32 учащихся. Сколькими способами можно сформировать команду из 4 человек для участия в математической олимпиаде?
31. Сколько существует различных двузначных чисел, в записи которых можно использовать цифры 1, 2, 3, 4, 5, 6, если цифры в числе должны быть различными?

32. Вычислить: $6! - 5!$
33. Сколько различных пятизначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, 4, 5?
34. Имеются помидоры, огурцы, лук. Сколько различных салатов можно приготовить, если в каждый салат должно входить 2 различных вида овощей?
35. Сколькими способами из 9 учебных предметов можно составить расписание учебного дня из 6 различных уроков.
36. Вычислите: $\frac{8!}{6!}$
37. Сколькими способами можно расставить 4 различные книги на книжной полке?
38. Сколько диагоналей имеет выпуклый семиугольник?
39. В футбольной команде 11 человек. Необходимо выбрать капитана и его заместителя. Сколькими способами это можно сделать?
40. Сократите дробь: $\frac{n!}{(n+1)!}$
41. Сколькими способами могут встать в очередь в билетную кассу 5 человек?
42. Сколькими способами из 25 учеников класса можно выбрать четырех для участия в праздничном концерте?
43. Упростите выражение: $\frac{(n+1)!}{(n-2)!}$
44. Сколько существует вариантов рассаживания 6 гостей на 6 стульях?
45. Упростите выражение: $\frac{1}{(n+1)!} - \frac{1}{(n+2)!}$.
46. На полке стоят 12 книг. Наде надо взять 5 книг. Сколькими способами она может это сделать?
47. Упростите выражение: $\frac{n!}{(n+1)!} - \frac{(n-1)!}{n!}$.
48. В корзине лежит: яблоко, апельсин, грейпфрут и манго. Сколькими способами 4 девочки могут поделить фрукты? (одной девочке один фрукт)
49. Вычислите: $\frac{P_4}{P_8} \cdot A_8^4$.
50. Вычислите: $C_8^6 \cdot P_2$.
51. Решите уравнение: $A_{x+1}^2 = 20$.
52. Сколькими способами из 10 игроков волейбольной команды можно выбрать стартовую шестерку?
53. Решите уравнение: $C_x^{x-1} \cdot (x-1) = 30$
54. Для запираения сейфа на диск нанесены 12 букв, а секретное слово состоит из 5 букв. Сколько неудачных попыток может быть сделано человеком, не знающим секретного слова?

55. Сколько четырехзначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, 4, 5, 6?
56. Произвольное непустое конечное множество $V = \{a_1, \dots, a_n\}$, элементы которого называют буквами или символами называется ...
57. Является ли набор символов *сabaabc* словом алфавита $V = \{a, b, c\}$?
58. Является ли набор символов *baaba* словом алфавита $V = \{a, b, c\}$?
59. Вхождения слов «абра» в слово «абракадабра» ...
- а) пересекаются; б) не пересекаются.
60. Вхождения слов «цикл» и «циклоп» в слово «энциклопедия» ...
- а) пересекаются; б) не пересекаются.
61. Выполните конкатенацию языков L_1 и L_2 в язык L_2L_1 (L_1L_2), где $L_1 = \{a, ac, cc\}$; $L_2 = \{bc, ca\}$
62. Какой набор слов будет иметь язык L_2L_1 в результате выполнения конкатенации языков $L_1 = \{a, ac, cc\}$ и $L_2 = \{bc, ca\}$?
63. Какой набор слов будет иметь язык L_1L_2 в результате выполнения конкатенации языков $L_1 = \{a, ac, cc\}$ и $L_2 = \{bc, ca\}$?
64. Найдите пересечение $L_1L_2 \cap L_2L_1$ при $L_1 = \{ad, dc\}$ $L_2 = \{aa, dc\}$
65. Пересечением $L_1L_2 \cap L_2L_1$ при $L_1 = \{ad, dc\}$ $L_2 = \{aa, dc\}$ будет цепочка...
66. Объединение всех степеней языка называется ...
67. В формальной порождающей грамматике $G(T, N, P, S)$ P является:
68. В формальной порождающей грамматике $G(T, N, P, S)$ T является:
69. В формальной порождающей грамматике $G(T, N, P, S)$ N является:
70. В формальной порождающей грамматике $G(T, N, P, S)$ S является:
71. Две грамматики называются эквивалентными, если они:
72. Расставьте соответствия.
- В порождающей грамматике $G(T, N, P, S)$:
- а. T - д. начальный символ
- б. N - е. терминальный алфавит
- в. P - ж. нетерминальный алфавит
- г. S - з. правила вывода
73. Согласно классификации по Хомскому, грамматикой типа 0 (с фазовой структурой) называется грамматика..
74. Согласно классификации по Хомскому, грамматикой типа 1 (контекстно-зависимой) называется грамматика...
75. Согласно классификации по Хомскому, грамматикой типа 2 (контекстно-свободной) называется грамматика...
76. Согласно классификации по Хомскому, грамматикой типа 3 (регулярной) называется грамматика...
77. Грамматика, правые части продукций которой состоят либо из одного терминального и одного нетерминального символа, либо из одного терминального символа, называется:
78. Грамматика, продукции которой имеют вид $\alpha \in V_N$, т.е. цепочка α состоит из одного нетерминального символа, называется:.

79. Грамматика, на продукции которой не накладывается никаких ограничений, называется:
80. На продукции грамматик какого типа не накладывается никаких ограничений?
81. На продукции грамматик какого типа накладывается ограничение на длину цепочек?
82. В дереве вывода грамматики вершиной дерева является:
83. Листьями в дереве вывода грамматики могут быть:
84. Корнем в дереве вывода грамматики является:
85. Двоичный разряд, значением которого может быть 0 или 1, называется...
86. В какой из перечисленных ниже систем счисления могут присутствовать и цифры и буквы?
87. Восьмеричная система счисления включает в себя следующие символы...
88. Осуществите перевод десятичного числа 256 в двоичное.
89. Осуществите перевод десятичного числа 178 в двоичное.
90. Осуществите перевод десятичного числа 85 в двоичное.
91. Осуществите перевод десятичного числа 256 в шестнадцатеричное.
92. Осуществите перевод десятичного числа 178 в шестнадцатеричное.
93. Осуществите перевод десятичного числа 85 в шестнадцатеричное.
94. Результатом перевода числа 111000 из двоичного кода в шестнадцатеричный будет...
95. Результатом перевода числа 111000 из двоичного кода в восьмеричный будет...
96. Результатом перевода числа 111000 из двоичного кода в десятичный будет...
97. Осуществите перевод двоичного числа 100110101 в десятичную систему счисления.
98. Осуществите перевод двоичного числа 100110101 в шестнадцатеричную систему счисления.
99. Осуществите перевод двоичного числа 100110101 в восьмеричную систему счисления.
100. Осуществите перевод шестнадцатеричного числа 6A в двоичную систему счисления.
101. Осуществите перевод шестнадцатеричного числа 6A в десятичную систему счисления.
102. Выполните сложение двоичных чисел 1100 и 1101, проверку осуществите в десятичной системе счисления.
103. Число разрядов, по которым отличаются две кодовые комбинации, называется ...
104. Помехоустойчивое кодирование по Хэммингу обеспечивает...

- а. обнаружение и исправление ошибок при получении информации;
- б. обнаружение ошибок при передаче информации и исправление их;
- в. обнаружение и исправление ошибок при получении информации путем проверки контрольных разрядов.

105. При кодировании по Хэммингу в состав кодового слова входят следующие элементы....

106. Код Хэмминга позволяет обнаруживать и исправлять двукратные ошибки. Данное утверждение верно или нет?

107. Конечный автомат – это...

108. Конечный автомат $K = (Q, T, \delta, q_0, F)$ включает в себя..

109. Конечный автомат допускает цепочку α если ...

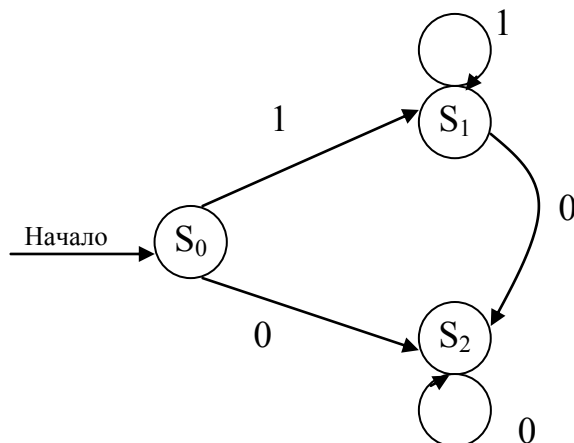
110. Чем отличается МП-автомат от конечного автомата:

111. Наглядным способом представления автомата является:

112. Автомат нельзя представить при помощи:

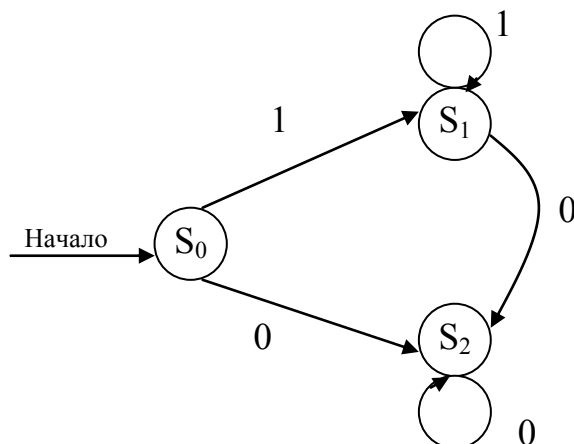
- а) диаграммы состояний; б) ориентированного мультиграфа;
- в) диаграмм Эйлера.

113. Дана диаграмма состояний некоторого автомата:



Будет ли допущена цепочка 1111000 данным автоматом?

114. Дана диаграмма состояний некоторого автомата:



Будет ли допущена цепочка 10001 данным автоматом?

115. Задан конечный автомат $M(S, I, f, s_0, F)$,

где множество состояний $S = \{s_0, s_1, s_2\}$;

входной алфавит $I = \{0, 1\}$;

множество принимающих (закрывающих) состояний $F = \{s_0\}$.

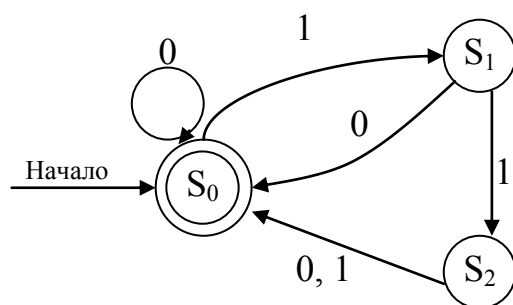
Функцию переходов задано таблицей 1.

Таблица 1

Состояние	f	
	Вход	
	0	1
s_0	s_0	s_1
s_1	s_0	s_2
s_2	s_0	s_0

Задание: Постройте диаграмму состояний для данного автомата.

116. Автомат задан диаграммой состояний:



Задание: Постройте таблицу переходов для заданной диаграммы.

117. Задан конечный автомат $M(S, I, f, s_0, F)$,

где множество состояний $S = \{s_0, s_1, s_2, s_3\}$;

входной алфавит $I = \{0, 1\}$;

множество принимающих (закрывающих) состояний $F = \{s_0, s_3\}$.

Функцию переходов задано таблицей 1.

Таблица 1

Состояние	f	
	Вход	
	0	1
s_0	s_0	s_1
s_1	s_0	s_2
s_2	s_0	s_0
s_3	s_2	s_1

Задание: Постройте диаграмму состояний для данного автомата.

118. Будет ли цепочка 0011 допущена конечным автоматом, диаграмма состояний которого представлена на рис.1:

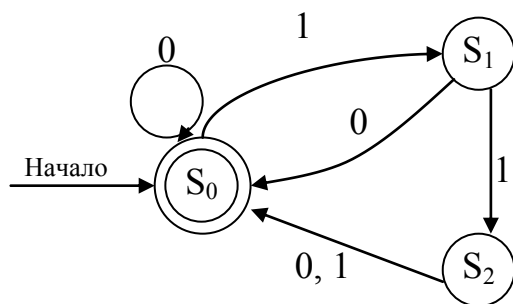


Рис.1

119. Будет ли цепочка 000111 допущена конечным автоматом, диаграмма состояний которого представлена на рис.1:

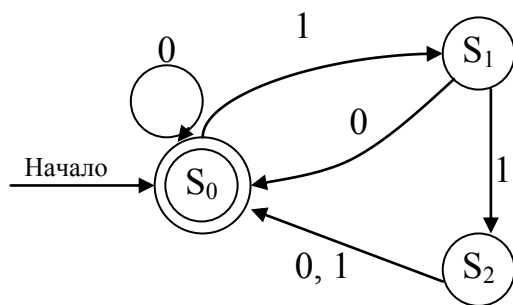
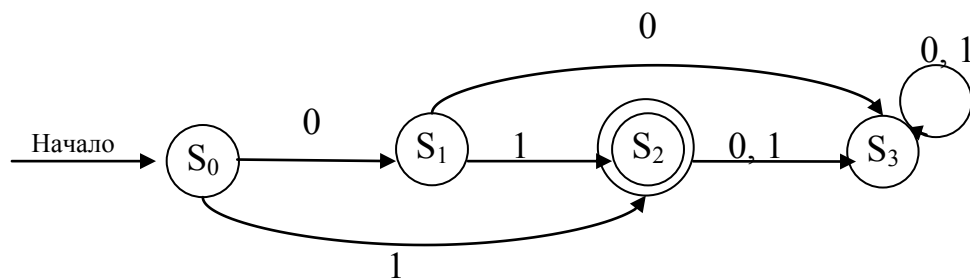
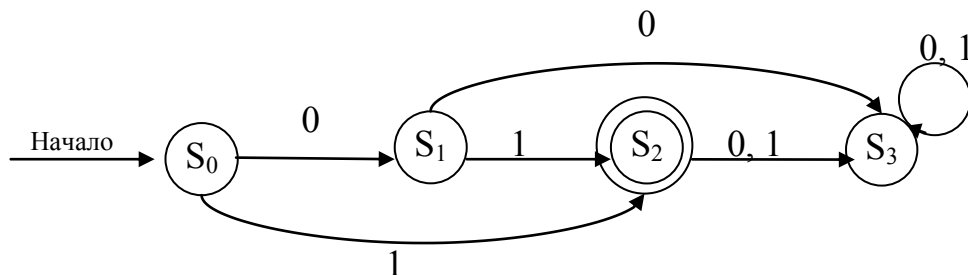


Рис.1

120. Будет ли цепочка 01001 допущена конечным автоматом, диаграмма состояний которого представлена на рис.1:



121. Перечислите все цепочки, которые будут допущены конечным автоматом, заданным следующей диаграммой состояний:



122. Детерминированным называется автомат, у которого...

123. Автомат, диаграмма состояний которого представлена на рис.1, является:

- а. детерминированным;
- б. недетерминированным.

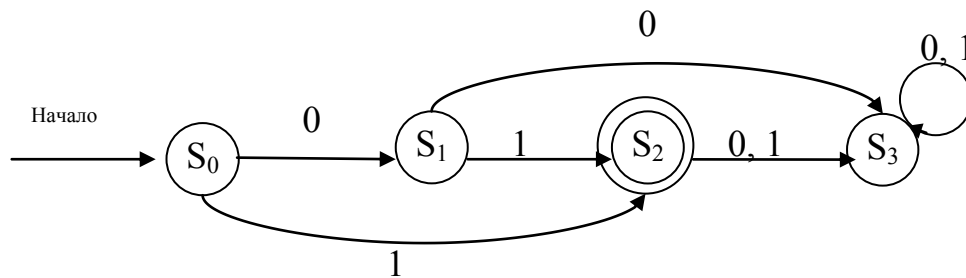


Рис.1

124. Автомат, диаграмма состояний которого представлена на рис.1, является:

- а. детерминированным;
- б. недетерминированным.

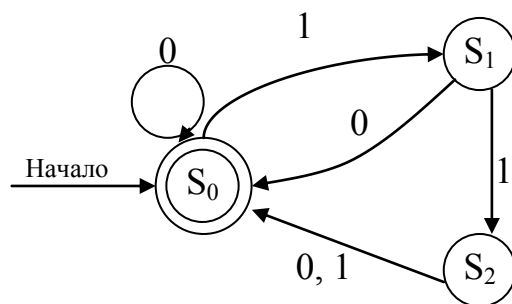


Рис.1

125. Языком автомата называется...

126. За основную единицу измерения количества информации принят:

127. Минимизация конечного автомата это:

128. Распознавателем можно назвать:

129. Как обозначается длина слова α в алфавите $A=\{a_1, \dots, a_n\}$?

130. Недетерминированным называется автомат, у которого...

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Введение в дискретную математику: учебное пособие / Л. В. Белевцов, Е. Ю. Гудкова. – Краматорск: ДГМА, 2013. – 144 с.
2. Нікольський Ю. В. Дискретна математика: Підручник / Ю. В. Нікольський, В.В.Пасічник, Ю.М.Щербина; за ред. М.З.Згуровського. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 368 с.
3. Аляев Ю. А. Дискретная математика и математическая логика: учебник / Ю. А. Аляев, С. Ф. Тюрин. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 368 с.
4. Бондаренко М.Ф. Комп'ютерна дискретна математика: Підручник/ М. Ф. Бондаренко, Н. В. Білоус, А. Г. Руткас. – Х.: Компанія СМІТ, 2004. – 480 с.
5. Андерсон Д. А. Дискретная математика и комбинаторика. – М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
6. Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов: Учебник для вузов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 364 с.
7. Белоусов А. И. Дискретная математика: Учебник / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачев; Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2001. – 744 с.
8. Кузнецов О. П. Дискретная математика для инженера/ О. П. Кузнецов, Г.М.Адельсон-Вельский. – 2-е изд., переизд. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 479 с.
9. Фомичев В. М. Дискретная математика и криптология. Курс лекций / Под общ. ред. д-ра физ.-мат. н. Н. Д. Подуфалова. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 400 с.
10. Сигорский В. П. Математический аппарат инженера: Учебник для ВУЗов. – Изд. 2-е, стереотип. – К.: Техніка, 1977. – 768 с.
11. Захаров Н. Г., Рогов В. Н. Синтез цифровых автоматов: Учебное пособие / Н. Г. Захаров, В. Н. Рогов. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 135 с.