

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА
ЗАСЕДАНИЯ КАФЕДРЫ ИНФОРМАТИКИ ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРОГРАММЫ КУРСА
«ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА»

Данная программа составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальности 010501 – Прикладная математика и информатика, квалификации «Математик, системный программист».

Госстандарт утвержден 23 марта 2000 г.

Номер государственной регистрации 199 ЕН/СП

Выписка верна:

Протокол № 1 от 4 сентября 2008 г.

Зав. кафедрой

Никольский Д.Н.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН 2-й семестр

№	Всего Наименование разделов и тем	В том числе аудиторных часов				Сам. раб.	
			Всего	Лек-ций	Практич. зан.	Вне ауд. ит.	СРС П
1.	Тема 1. Комбинаторика: выборки, размещения, перестановки, перестановки с повторениями, сочетания, сочетания с повторениями; биномиальные коэффициенты, их свойства; биномиальная теорема; полиномиальная теорема; R-выборки с повторениями. Пересчет и перечисление	22	18	10	8	3	1
2.	Тема 2. Прикладная комбинаторика. Формула включения и исключения. Использование общего метода решета в теории чисел. Задача о встречах, беспорядки и совпадения. Рекуррентные соотношения. Производящие функции и их применения. Энумераторы и денумераторы. Числа Стирлинга и Белла. Полиномы Белла и формула Бруно. Основные свойства формул моментов. Перманент матрицы. Группы подстановок, перестановки, транспозиции. Денумераторы цикловых классов. Схема размещения элементов по ячейкам. Урновые схемы. Задача Люка. Перестановки с запретными положениями. Противоречивые перестановки. Латинские прямоугольники.	34	26	18	8	7	1
3.	Тема 3. Булевы функции: логика высказываний; булевы функции; табличный способ задания; существенные и несущественные переменные; формулы; эквивалентность формул; элементарные функции и их свойства; разложение функций по переменной; совершенная дизъюнктивная нормальная форма; полные системы функций; полиномы Жегалкина; представление булевых функций полиномами; замыкание; свойства операции замыкания; замкнутые классы; классы T; линейные функции; лемма о нелинейной функции; самодвойственные функции; принцип двойственности; лемма о несамодвойственной функции; монотонные функции; лемма о немонотонной функции; теорема о неполноте систем функций алгебры логики; предполные классы; базисы; примеры базисов;	23	10	8	2	11	2
Всего		79	54	36	18	21	4

3-й семестр

№	Число учебных часов		Самост. Раб.	
	Всего часов	В том числе аудиторных часов	Внеауд. дит.	СРС П
Н а и м е н о в а н и е р а з д е л о в и				

те м			Всего	Лекц.	Прак.		
1	Тема 3. Булевы функции: дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ); тупиковая, минимальная и сокращенная ДНФ, геометрическая интерпретация; алгоритм нахождения всех минимальных ДНФ; свойство сокращенной ДНФ для монотонных булевых функций; методы построения сокращенной ДНФ; градиентный алгоритм; локальные алгоритмы.	15	12	8	4	2	1
2	Тема 4. Теория кодирования: побуквенное кодирование; самокорректирующиеся коды; коды Хэмминга, исправляющие единичную ошибку; линейные коды и их простейшие свойства.	8	6	4	2	1	1
3	Тема 5. Графы: основные понятия; способы представления графов; оценка числа неизоморфных графов с q ребрами; Эйлеровы циклы; теорема Эйлера; укладки графов; укладка графов в трехмерном пространстве; планарность; формула Эйлера для плоских графов; деревья и их свойства; оценка числа неизоморфных корневых деревьев с q ребрами Сильно связный граф. Разложение на максимальные сильно связные подграфы. Транзитивное замыкание и пересчет путей. Порядковая функция графа без контуров. Функция Гранди. Внутренняя устойчивость. Внешняя устойчивость. Ядра графа. Хроматическое число, хроматический класс. Граф с p отображениями. Неориентированный p -граф. Подмножество сочленения. Прадерево. Дерево. Конечные структуры. Методы описания графов в языках программирования. Поиск и сортировка. Поиск по графу в ширину и в глубину. Метод латинской композиции. Перечисление путей, элементарных путей, элементарных контуров. Перечисление последовательностей с повторением. Перечисление факторов графа. Перечисление рассечений и другие задачи. Числовая функция на графе. Оптимизация пути в графе без контуров. Метод динамического программирования. Последовательные графы. Метод ветвления и ограничения. Оптимизация на прадереве, отыскание оптимального дерева. Задачи о временном упорядочении. Потoki в сетях; теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке и минимальном разрезе; алгоритм нахождения максимального потока; теорема о целочисленности; задача о назначениях; паросочетания; теорема Холла о паросочетаниях в двудольном разрезе; дискретные экстремальные задачи; алгоритм Краскала нахождения минимального основного дерева.	28	24	18	6	2	2
4	Тема 6. Элементы теории алгоритмов: понятие алгоритма; основные свойства; рекурсивные функции; машина Тьюринга.	10	8	6	2	2	-
5	Тема 7. Функции k-значной логики: элементарные функции; полнота систем функций; алгоритм распознавания полноты конечных систем функций в P ; представление функций их P -полиномами; особенности функций k -значной логики; пример замкнутого класса в P , не имеющего базиса; пример замкнутого класса в P , имеющего счетный базис; пример континуального семейства замкнутых классов в P ; теорема Кузнецова о функциональной полноте в P ; существенные функции; теорема Слупецкого.	5	-	-	-	5	-
6	Тема 8. Теория кодирования: разделимые коды; префиксные коды; критерий однозначности декодирования; неравенство Крафта-Макмиллана для разделимых кодов; условие существования разделимого кода с заданными длинами	3				3	-

	кодовых слов; оптимальные коды; методы построения оптимальных кодов; метод Хаффмана						
7	Тема 9. Конечные автоматы: автоматные функции; состояние автомата; эквивалентность состояний; теорема об эквивалентности состояний конечного автомата; эквивалентность автоматов; построение автомата, эквивалентного данному, с минимальным числом состояний; преобразование автоматными функциями периодических последовательностей; операция суперпозиции; отсутствие полных относительно операций суперпозиции конечных систем автоматных функций; схемы из логических элементов и элементов задержки; реализация автоматных функций; события; операции над событиями; регулярные события и их представимость в автоматах; теорема Клини; регулярные выражения; представимость событий регулярными выражениями; пример нерегулярного события.	5				5	-
	Всего	74	50	36	14	20	4

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2-й семестр

1. Правило суммы и произведения.
2. Понятие выборки. Упорядоченные и неупорядоченные выборки.
3. Размещения, перестановки, перестановки с повторениями, сочетания, сочетания с повторениями.
4. Биномиальные коэффициенты, их свойства; биномиальная теорема; полиномиальная теорема.
5. Формула включения и исключения. Использование общего метода решета в теории чисел.
6. Рекуррентные соотношения (решение геометрических задач, задача о марках, о размене монет, решение линейных рекуррентных соотношений).
7. Производящие функции и их применения.
8. Энумераторы и денумераторы сочетаний и размещений. Числа Стирлинга и Белла.
9. Логика высказываний: основные логические функции, таблицы истинности, эквивалентность формул.

3-й семестр

1. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Полные системы функций; полиномы Жегалкина.
2. Замкнутые классы; классы T; линейные функции; лемма о нелинейной функции; самодвойственные функции; принцип двойственности; лемма о несамодвойственной функции; монотонные функции; лемма о немонотонной функции; теорема о неполноте систем функций алгебры логики.
3. Код Хэмминга, исправляющий единичную ошибку.
4. Метод ветвления и ограничения. Решение задачи о коммивояжере.
5. Потoki в сетях; алгоритм нахождения максимального потока.
6. Поиск кратчайшего расстояния в графе.
7. Рекурсивные функции; машина Тьюринга.

ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ (2-Й СЕМЕСТР)

1. Правило суммы и произведения.
2. Понятие выборки. Упорядоченные и неупорядоченные выборки.
3. Размещения, перестановки, перестановки с повторениями, сочетания, сочетания с повторениями.
4. Биномиальные коэффициенты, их свойства; биномиальная теорема; полиномиальная теорема.
5. Формула включения и исключения. Использование общего метода решета в теории чисел.
6. Рекуррентные соотношения (решение геометрических задач, задача о марках, о размене монет, решение линейных рекуррентных соотношений).

7. Производящие функции и их применения.

8. Энумераторы и денумераторы сочетаний и размещений. Числа Стирлинга и Белла.

СОДЕРЖАНИЕ И ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРСР) заключается: в проработке отдельных вопросов по указанным темам; подготовке к коллоквиуму за половину прослушанного курса; в решении зачетного задания по теме «Теория графов»

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студента заключается в проработке лекций, решении задач и подготовке к зачету и экзамену, а также в самостоятельной проработке следующих тем курса:

Функции k -значной логики.

Теория кодирования.

Конечные автоматы.

ВОЗМОЖНЫЕ ТЕМЫ ДОКЛАДОВ (В ТОМ ЧИСЛЕ И РЕФЕРАТОВ)

1. Функции k -значной логики: элементарные функции; полнота систем функций; алгоритм распознавания полноты конечных систем функций в P ;
2. Представление функций их P -полиномами; особенности функций k -значной логики;
3. Пример замкнутого класса в P , не имеющего базиса; пример замкнутого класса в P , имеющего счетный базис; пример континуального семейства замкнутых классов в P ;
4. Теорема Кузнецова о функциональной полноте в P ; существенные функции; теорема Слупецкого.
5. Теория кодирования: разделимые коды; префиксные коды; критерий однозначности декодирования;
6. Неравенство Крафта-Макмиллана для разделимых кодов; условие существования разделимого кода с заданными длинами кодовых слов;
7. Оптимальные коды; методы построения оптимальных кодов; метод Хафмана
8. Конечные автоматы: автоматные функции; состояние автомата; эквивалентность состояний; теорема об эквивалентности состояний конечного автомата; эквивалентность автоматов; построение автомата, эквивалентного данному, с минимальным числом состояний;
9. Преобразование автоматными функциями периодических последовательностей; операция суперпозиции; отсутствие полных относительно операций суперпозиции конечных систем автоматных функций; схемы из логических элементов и элементов задержки; реализация автоматных функций;
10. События; операции над событиями; регулярные события и их представимость в автоматах; теорема Клини;
11. Регулярные выражения; представимость событий регулярными выражениями; пример нерегулярного события.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

2-й семестр

№	Название темы	Всего часов		Календ план (сроки выполнения)	Формы контроля	Литература
		СРСР	Вне ауд ит.			
1.	Тема 1. Комбинаторика: биноми-альные коэффициенты, их свойства; биномиальная теорема; полиномиальная теорема; R -выборки с повторениями. Пересчет и пере-числение	1	3	До 4 нед.	Срез	1,2, 3
2.	Тема 2. Прикладная комбинаторика.	1	7	До 8 нед.	Срез, доклад	1,2,3

	Энумераторы и денумераторы. Числа Стирлинга и Белла. Полиномы Белла и формула Бруно. Основные свойства формул моментов. Перманент матрицы. Группы подстановок, перестановки, транспозиции. Денумераторы цикловых классов. Схема размещения элементов по ячейкам. Урновые схемы. Задача Люка. Перестановки с запретными положениями. Противоречивые перестановки. Латинские прямоугольники.					
3.	Тема 3. Булевы функции: линейные функции; лемма о нелинейной функции; самодвойственные функции; принцип двойственности; лемма о несамодвойственной функции; монотонные функции; лемма о немонотонной функции; теорема о неполноте систем функций алгебры логики; предполные классы; базисы; примеры базисов;	2	11	До 17 недели	Срез, доклад,	1,2,3,4
	Итого	25	4	21		

3-Й СЕМЕСТР

№	Название темы	Всего часов		Календ. план (сроки выпол-я)	Формы контроля	Литература
		СРСП	Внеауди т.			
1.	Тема 3. Булевы функции: дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ); тупиковая, минимальная и сокращенная ДНФ, геометрическая интерпретация; алгоритм нахождения всех минимальных ДНФ; свойство сокращенной ДНФ для монотонных булевых функций; методы построения сокращенной ДНФ; градиентный алгоритм; локальные алгоритмы.	1	2	До 2 нед.	Срез	1,2,3,4
2.	Тема 4. Теория кодирования: побуквенное кодирование; самокорректирующиеся коды; коды Хэмминга, исправляющие единичную ошибку; линейные коды и их простейшие свойства.	1	1	До 5 нед.	Срез, доклад	1,2,8,9
3.	Тема 5. Графы: Сильно связный граф. Разложение на максимальные сильно связные подграфы. Транзитивное замыкание и пересчет путей. Порядковая функция графа без контуров. Функция Гранди. Внутренняя устойчивость. Внешняя устойчивость. Ядра графа. Хроматическое число, хроматический класс. Граф с p отображениями. Неориентированный p -граф. Подмножество сочленения. Прадерево. Дерево. Конечные структуры. Методы описания графов в языках программирования. Поиск и сортировка. Поиск по графу в ширину и в глубину. Метод латинской композиции. Перечисление путей, элементарных путей, элементарных контуров. Перечисление последовательностей с повторением. Перечисление факторов графа. Перечисление рассечений и другие задачи. Оптимизация на прадереве, отыскание оптимального дерева. Задачи о временном	2	2	До 15 недели	Срез, доклад,	6,15

	упорядочении. паросочетаниях в двудольном разрезе; дискретные экстремальные задачи; алгоритм Краскала нахождения минимального остовного дерева.					
4	Тема 6. Элементы теории алгоритмов: понятие алгоритма; основные свойства рекурсивные функции; машина Тьюринга.	-	2	До 16 недели	Срез, доклад	11,2
5	Тема 7. Функции k-значной логики: элементарные функции; полнота систем функций; алгоритм распознавания полноты конечных систем функций в P ; представление функций их P -полиномами; особенности функций k -значной логики; пример замкнутого класса в P , не имеющего базиса; пример замкнутого класса в P , имеющего счетный базис; пример континуального семейства замкнутых классов в P ; теорема Кузнецова о функциональной полноте в P ; существенные функции; теорема Слупецкого.	-	5	До 17 недели	Срез, доклад	1,3,17
6	Тема 8. Теория кодирования: разделимые коды; префиксные коды; критерий однозначности декодирования; неравенство Крафта-Макмиллана для разделимых кодов; условие существования разделимого кода с заданными длинами кодовых слов; оптимальные коды; методы построения оптимальных кодов; метод Хафмана	-	3	До 18 недели	Срез, доклад	16
7	Тема 9. Конечные автоматы: автоматные функции; состояние автомата; эквивалентность состояний; теорема об эквивалентности состояний конечного автомата; эквивалентность автоматов; построение автомата, эквивалентного данному, с минимальным числом состояний; преобразование автоматными функциями периодических последовательностей; операция суперпозиции; отсутствие полных относительно операций суперпозиции конечных систем автоматных функций; схемы из логических элементов и элементов задержки; реализация автоматных функций; события; операции над событиями; регулярные события и их представимость в автоматах; теорема Клини; регулярные выражения; представимость событий регулярными выражениями; пример нерегулярного события.	-	5	До 18 недели-	Срез, доклад	22,23
	Итого	4	20			

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ

Тема 1. Комбинаторика: выборки, размещения, перестановки, перестановки с повторениями, сочетания, сочетания с повторениями; биномиальные коэффициенты, их свойства; биномиальная теорема; полиномиальная теорема; R -выборки с повторениями. Пересчет и перечисление.

Тема 2. Прикладная комбинаторика. Формула включения и исключения. Использование общего метода решета в теории чисел. Задача о встречах, беспорядки и совпадения. Рекуррентные соотношения. Производящие функции и их применения. Энумераторы и денумераторы. Числа Стирлинга и Белла. Полиномы Белла и формула Бруно. Основные свойства формул моментов. Перманент матрицы. Группы подстановок, перестановки, транспозиции.

Денумераторы цикловых классов. Схема размещения элементов по ячейкам. Урновые схемы. Задача Люка. Перестановки с запретными положениями. Противоречивые перестановки. Латинские прямоугольники.

ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМАЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ (3-Й СЕМЕСТР)

1. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Полные системы функций; полиномы Жегалкина.

2. Замкнутые классы; классы Т; линейные функции; лемма о нелинейной функции; самодвойственные функции; принцип двойственности; лемма о несамодвойственной функции; монотонные функции; лемма о немонотонной функции; теорема о неполноте систем функций алгебры логики.

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН

Тема 1. Комбинаторика: выборки, размещения, перестановки, перестановки с повторениями, сочетания, сочетания с повторениями; биномиальные коэффициенты, их свойства; биномиальная теорема; полиномиальная теорема; R-выборки с повторениями. Пересчет и перечисление.

Тема 2. Прикладная комбинаторика. Формула включения и исключения. Использование общего метода решета в теории чисел. Задача о встречах, беспорядки и совпадения. Рекуррентные соотношения. Производящие функции и их применения. Энумераторы и денумераторы. Числа Стирлинга и Белла. Полиномы Белла и формула Бруно. Основные свойства формул моментов. Перманент матрицы. Группы подстановок, перестановки, транспозиции. Денумераторы цикловых классов. Схема размещения элементов по ячейкам. Урновые схемы. Задача Люка. Перестановки с запретными положениями. Противоречивые перестановки. Латинские прямоугольники.

Тема 3. Булевы функции: логика высказываний; булевы функции; табличный способ задания; существенные и несущественные переменные; формулы; эквивалентность формул; элементарные функции и их свойства; разложение функций по переменной; совершенная дизъюнктивная нормальная форма; полные системы функций; полиномы Жегалкина; представление булевых функций полиномами; замыкание; свойства операции замыкания; замкнутые классы; классы Т; линейные функции; лемма о нелинейной функции; самодвойственные функции; принцип двойственности; лемма о несамодвойственной функции; монотонные функции; лемма о немонотонной функции; теорема о неполноте систем функций алгебры логики; предполные классы; базисы; примеры базисов; дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ); тупиковая, минимальная и сокращенная ДНФ, геометрическая интерпретация; алгоритм нахождения всех минимальных ДНФ; свойство сокращенной ДНФ для монотонных булевых функций; методы построения сокращенной ДНФ; градиентный алгоритм; локальные алгоритмы.

Тема 4. Теория кодирования: побуквенное кодирование; самокорректирующиеся коды; коды Хэмминга, исправляющие единичную ошибку; линейные коды и их простейшие свойства.

Тема 5. Графы: основные понятия; способы представления графов; оценка числа неизоморфных графов с q ребрами; Эйлеровы циклы; теорема Эйлера; укладки графов; укладка графов в трехмерном пространстве; планарность; формула Эйлера для плоских графов; деревья и их свойства; оценка числа неизоморфных корневых деревьев с q ребрами

Сильно связный граф. Разложение на максимальные сильно связные подграфы. Транзитивное замыкание и пересчет путей. Порядковая функция графа без контуров. Функция Гранди. Внутренняя устойчивость. Внешняя устойчивость. Ядра графа. Хроматическое число, хроматический класс. Граф с p отображениями. Неориентированный p -граф. Подмножество сочленения. Прадерево. Дерево. Конечные структуры.

Методы описания графов в языках программирования. Поиск и сортировка. Поиск по графу в ширину и в глубину. Метод латинской композиции. Перечисление путей, элементарных путей, элементарных контуров. Перечисление последовательностей с повторением. Перечисление факторов графа. Перечисление рассечений и другие задачи.

Числовая функция на графе. Оптимизация пути в графе без контуров. Метод динамического программирования. Последовательные графы. Метод ветвления и ограничения.

Оптимизация на прадереве, отыскание оптимального дерева. Задачи о временном упорядочении. Потоки в сетях; теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке и минимальном разрезе; алгоритм нахождения максимального потока; теорема о целочисленности; задача о назначениях; паросочетания; теорема Холла о паросочетаниях в двудольном разрезе; дискретные экстремальные задачи; алгоритм Краскала нахождения минимального основного дерева; метод ветвей и границ

Тема 6. Элементы теории алгоритмов: понятие алгоритма; основные свойства; рекурсивные функции; машина Тьюринга.

Тема 7. Функции k -значной логики: элементарные функции; полнота систем функций; алгоритм распознавания полноты конечных систем функций в P ; представление функций их P -полиномами; особенности функций k -значной логики; пример замкнутого класса в P , не имеющего базиса; пример замкнутого класса в P , имеющего счетный базис; пример континуального семейства замкнутых классов в P ; теорема Кузнецова о функциональной полноте в P ; существенные функции; теорема Слупецкого.

Тема 8. Теория кодирования: делимые коды; префиксные коды; критерий однозначности декодирования; неравенство Крафта-Макмиллана для делимых кодов; условие существования делимого кода с заданными длинами кодовых слов; оптимальные коды; методы построения оптимальных кодов; метод Хаффмана

Тема 9. Конечные автоматы: автоматные функции; состояние автомата; эквивалентность состояний; теорема об эквивалентности состояний конечного автомата; эквивалентность автоматов; построение автомата, эквивалентного данному, с минимальным числом состояний; преобразование автоматными функциями периодических последовательностей; операция суперпозиции; отсутствие полных относительно операций суперпозиции конечных систем автоматных функций; схемы из логических элементов и элементов задержки; реализация автоматных функций; события; операции над событиями; регулярные события и их представимость в автоматах; теорема Клини; регулярные выражения; представимость событий регулярными выражениями; пример нерегулярного события.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. Москва: Техносфера, 2005.- 400 с.
2. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. - СПб.: Питер, 2003.- 304 с.
3. Андерсон Дж. Дискретная математика и комбинаторика.: Пер с англ. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. - 960 с.
4. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. - М.: Наука, 1979.
5. Виленкин Н.Я. Комбинаторика. М.: Наука, 1969.
6. Харари Ф. Теория графов. М., Мир, 1973.
7. Холл М. Комбинаторика. М.: Мир, 1970.
8. Нефедов В.Н., Осипова В.А. Курс дискретной математики. М.: Изд-во МАИ, 1992.
9. Питерсон У. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1964.
10. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1975.
11. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов. Изд-во Саратовского университета, 1991.
12. Комбинаторный анализ: задачи и упражнения. Под общ. ред. К.А.Рыбникова. М.: Наука, 1982.
13. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике, теории алгоритмов. М.: Наука, 1994.

14. Леонтьев В.К. Задачи по вычислительным системам (ч.III, Дискретный анализ), МФТИ, 1975.
15. Кофман А. Введение в прикладную комбинаторику. - М.; Наука, Физ.-мат.лит., 1975. - 480 с.

Дополнительная:

16. Берлекэмп Э. Алгебраическая теория кодирования. М.: Мир, 1971.
17. Биркгоф Г., Барти Г. Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976.
18. Минский М. Вычисления и автоматы. М.: Мир, 1971.
19. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1968.
20. Гери М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1969.
21. Рейнгольд Э., Ниверсельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы: теория и практика. М.: Мир, 1994.
22. Трахтенброт Б.А., Барздинь Я.М. Конечные автоматы. М.: Наука, 1970.
23. Трахтенброт Б.А. Алгоритмы и вычислительные автоматы. М.: Советское радио, 1974.
24. Яблонский С.В., Гаврилов Г.П., Кудрявцев В.Б. Функции алгебры логики и классы Поста. М.: Наука, 1966.