

Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

Утверждаю
Декан факультета
компьютерных наук
И.В. Аржанцев

«__» _____ 2014 г.

Программа дисциплины «Дискретная математика»

для направления 09.03.04 «Программная инженерия»
подготовки бакалавра

Авторы программы:
профессор, к.т.н. Авдошин С.М.
savdoshin@hse.ru
доцент, к.ф.-м.н. Набебин А.А.
anabebin@hse.ru

Одобрена на заседании департамента программной инженерии «__» _____ 2014 г.

Руководитель департамента Авдошин С.М.

Рекомендована академическим советом образовательной программы
«Программная инженерия» «__» _____ 2014 г.

Академический руководитель образовательной программы Дегтярев К.Ю.

Москва, 2014

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями
университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.*

1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины «Дискретная математика» (1 год обучения) устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей и учебных ассистентов, ведущих данную дисциплину, а также студентов направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» подготовки бакалавра, изучающих обязательную дисциплину «Дискретная математика» (блок Б.ПЦ.Б – Базовая часть дисциплин профессионального цикла рабочего учебного плана на 2014-2015 учебный год) образовательной программы «Программная инженерия» факультета компьютерных наук.

Данная программа разработана в соответствии с

- Международным образовательным стандартом Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering.
<http://sites.computer.org/ccse/SE2004Volume.pdf>
- Международным образовательным стандартом Computer Science Curricula 2013.
<http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>
- Международным профессиональным стандартом IEEE – SWEBOOK Guide V3.
<http://www.computer.org/portal/web/swebok>
- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 231000 Программная инженерия (квалификация (степень) «Бакалавр»)
<http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/22/20111115160022.pdf>
- Образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (Уровень подготовки: Бакалавр)
http://www.hse.ru/data/2014/02/03/1329469230/231000_62%20OC%20программная%20инженерия.pdf
- Образовательной программой НИУ ВШЭ по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (Уровень подготовки: Бакалавр)
- Базовым учебным планом университета по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденным в 2014 г. <http://asav.hse.ru/mainhse/excelreport.pdf>
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденным в 2014 г. <http://www.hse.ru/standards/rup/archive/?fid=24262>

2 Цель освоения дисциплины

Основной целью освоения дисциплины «Дискретная математика» является формирование понимания студентами ключевых положений информатики, математической логики и теории алгоритмов, необходимых для практического использования на последующих этапах обучения и, в профессиональной сфере деятельности будущего специалиста.

С точки зрения практической составляющей курса, основной целью ставится изучение логических основ информатики и основных концепций, которые позволяют студентам получить базовое представление об эффективных способах разработки программного обеспечения. Речь здесь идет о формировании у студентов компетенций, связанных с базовыми понятиями, которые составляют основу программирования, и позволяют сделать процесс проектирования программ и программирования более легким и эффективным.

Предлагаемая дисциплина ориентирована на формирование у студентов навыков логического и алгоритмического мышления при реализации решения поставленной задачи в виде программы. При этом основной акцент в курсе делается на изучении основ информатики и базовые парадигмы программирования.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать
 - базовые разделы информатики, математической логики и теории алгоритмов и их связь с программированием и другими науками;
 - принципы построения позиционных систем счисления, базовые идеи, определяющие алгоритмы перевода чисел из одной системы счисления в другую;
 - особенности представления числовой (целые и вещественные числа) и символьной информации в компьютере,
 - основные понятия логики высказываний и предикатов, их связь с теорией множеств;
 - замкнутые классы, полные системы и базисы логических функций, частично-определенные функции и их минимизация в заданных базисах;
 - принцип дедукции, метод резолюций формальный вывод, клаузная логика, семантические сети;
 - алгоритм, и его свойства, формальное определение, способы записи; базовые канонические алгоритмические структуры;
 - алгоритмически неразрешимые задачи, меры и классы сложности алгоритмов.
- Уметь
 - применять парадигмы, методы и средства формализованного описания действий исполнителя для решения поставленной задачи на практике,
 - кодировать числовые и символьные данные в двоичном виде и использовать эти знания для объяснения ошибок, которые могут возникнуть в процессе выполнения программ.
- Иметь навыки
 - использования полученных знаний о процессах получения, преобразования, хранения, представления и использования информации в компьютере в различных контекстах;
 - подготовки подробных отчетов о решении задач повышенной сложности при выполнении домашних заданий в первом и втором модуле.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения	ОК-1	<ul style="list-style-type: none"> - Проявляет навыки работы с инструментальными средствами при выполнении домашних заданий - Умеет оформлять отчеты по результатам выполнения домашнего задания - Проявляет навыки логического и алгоритмического мышления в процессе решения тестовых задач по основным темам дисциплины 	Самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала), выполнение практических домашних заданий, текущее и итоговое тестирование
Понимание основных концепций, принципов, теорий и фактов, связанных с информатикой	ПК-1	<ul style="list-style-type: none"> - Знает определения основных понятий - Умеет применять материал основных тем дисциплины при решении задач 	Лекции и практические занятия, повторение пройденного материала (консультации) и самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала), текущее и итоговое тестирование

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к базовой части Б.ПЦ.Б дисциплин профессионального цикла рабочего учебного плана направления 09.03.04 «Программная инженерия» подготовки бакалавра на 2014-2015 учебный год. Дисциплина читается студентам бакалаврской программы «Программная инженерия» факультета компьютерных наук НИУ ВШЭ. Она относится к числу обязательных дисциплин профессионального цикла базового учебного плана и предлагается студентам в первом, втором, третьем и четвертом модулях первого года обучения. Продолжительность курса составляет **136** аудиторных учебных часов (в рамках 4 модулей), образованных **68** часов лекций и **68** часов практических занятий. Помимо этого, **168** часов в курсе отводится под самостоятельную работу студентов. Предусмотренный учебным планом текущий контроль по дисциплине включает: домашние задания (**Д** в первом, втором, третьем и четвертом модулях), контрольные работы (**К** в первом, втором, третьем и четвертом модулях). В конце первого и второго семестров проводится экзамен по дисциплине (**Э** в конце второго модуля и четвертого модулей).

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях студентами математики, основ информатики и алгоритмизации в рамках учебной программы средней школы, умении применять математический аппарат при выборе метода решения поставленной задачи.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Программирование (первый курс направления 09.03.04 «Программная инженерия»);
- Построение и анализ алгоритмов (второй курс направления 09.03.04 «Программная инженерия»);
- Конструирование программного обеспечения (второй курс направления 09.03.04 «Программная инженерия»);
- Объектно-ориентированный анализ и программирование (второй курс направления 09.03.04 «Программная инженерия»);

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название темы	Всего часов по дисциплине	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
Первый модуль.					
Лекций – 16 часов. Практических занятий – 16 часов. Самостоятельная работа – 40 часов.					
Формы текущего контроля – домашнее задание Д1, контрольная работа К1.					
1	Основные понятия математической логики. Высказывание. Логические связки. Силлогизм. Законы Аристотеля. Закон Лейбница. Логика высказываний. Пропозициональные переменные. Формулы логики высказываний. Равносильность формул. Тавтология. Противоречие. Выполнимость. Опровержимость. Алгебра высказываний. Булева функция. Существенные и несущественные переменные. Таблицы истинности. Множество. Предикат. Свойство. Кванторы. Законы де Моргана.	9	2	2	5
2	Законы булевой алгебры. Абстрактные алгебры с одной и двумя операциями. Изоморфизмы алгебр. Классический принцип двойственности. Булева алгебра. Алгебра Кантора. Законы поглощения. Законы Порецкого. Законы склеивания. Компьютерное представление конечных множеств. Дизъюнктивное и конъюнктивное разложение Шеннона. Синтез логических формул. Предельные разложения Шеннона. Канонические формы. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма СДНФ. Совершенная конъюнктивная нормальная форма СКНФ.	9	2	2	5
3	Дифференциальное исчисление булевых функций. Ортогональность. Разложения Риды. Полиномы Жегалкина. Логические уравнения. Теоретико-множественные уравнения. Побитовые уравнения. Система линейных алгебраических уравнений в поле Галуа GF(2). Производная. Дифференцирование булевых функций. Разложение булевой функции в ряд Тейлора и Макларена. Алгебра переключательных схем. Комбинационные схемы и схемы с памятью. Методы решения логических задач.	9	2	2	5

4	Критерий Поста. Замкнутые классы логических функций. Полные системы булевых функций в сильном и слабом смысле.. Базисы. Теорема Поста. Минимизация булевых функций в классе дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм. Коды Грея. Карты Карно. Частично-определенные функции и их минимизация. Минимизация булевых функций в заданных базисах.	9	2	2	5
5	Конечные автоматы. Автоматы Мили и Мура. Представление данных. Алфавит. Операция конкатенации. Транзитивное и рефлексивное замыкание Клини. Регулярные выражение и регулярные языки. Префиксные, суффиксные и инфиксные коды. Грамматики. Минимизация автоматов. Компьютер, как программно управляемый цифровой автомат.	9	2	2	5
6	Аксиоматическая теория высказываний. Язык и метаязык в логике высказываний. Аксиоматические системы. Системы аксиом. Правило вывода. Полнота, непротиворечивость и разрешимость формализованного исчисления высказываний. Независимость системы аксиом. Логическое следование. Принцип дедукции. Формальный вывод. Метод резолюций. Метод Вонга. Натуральное исчисление.	9	2	2	5
7	Формальные аксиоматические системы. Язык и метаязык, теоремы и метатеоремы формальной теории. Интерпретация и модели формальной теории. Синтаксис и семантика языка логики предикатов. Непротиворечивость формализованного исчисления предикатов. Теорема Геделя о неполноте. Клаузальная форма. Клаузальная логика. Семантика клаузальной формы. Инфиксная нотация. Семантические сети. Клаузы Хорна и их интерпретация. Метод резолюций в логике предикатов. Принцип логического программирования.	9	2	2	5
8	Неклассические логики. Интуиционистская логика. Конечнзначные логики. Нечеткая логика. Модальная логика. Типы модальностей. Модальные исчисления. Семантика Крипке. Временные (темпоральные) логики. Алгоритмические логики.	9	2	2	5

Второй модуль.**Лекций – 16 часов. Практических занятий – 16 часов. Самостоятельная работа – 40 часов.****Формы текущего контроля – домашнее задание Д2, контрольная работа К2.****Итоговый контроль – экзамен Э1.**

9	Формализация понятия алгоритма. Понятие алгоритма и вычислимой функции. Качественная и количественная теория алгоритмов. Понятие алгоритмической системы. Машина Тьюринга. Машина Поста. Тезис Тьюринга. Основная гипотеза теории алгоритмов в форме Тьюринга. Универсальная машина Тьюринга. Универсальная машина Поста.	9	2	2	5
10	Нормальный алгоритм Маркова. Основная гипотеза теории алгоритмов в форме Маркова. Эквивалентность определений алгоритма в виде машины Тьюринга и нормального алгоритма Маркова. Универсальный алгоритм Маркова.	9	2	2	5
11	Рекурсивные функции. Базовые функции. Операторы суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации. Примитивно рекурсивные функции. Частично-рекурсивные функции. Тезис Черча. Универсальная частично-рекурсивная функция. Эквивалентность формальных определений алгоритма. Алгоритмически неразрешимые задачи. Невычислимые функции.	9	2	2	5
12	Меры сложности алгоритмов. Понятие сложности алгоритмов и вычислений, эффективные алгоритмы. Легко и трудно разрешимые задачи. Полиномиальная эквивалентность. Недетерминированные алгоритмы. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы задач P и NP. NP – полные и NP – трудные задачи. Квантовый компьютер и квантовые вычисления.	9	2	2	5
13	Основы теории информации. Кодирование информации. Блочные коды. Префиксные коды. Коммакод. Код Грея. Расстояние Хемминга. Коды, обнаруживающие ошибки. Коды, исправляющие ошибки. Код Хаффмана. Информационный объем сообщения. Формула Хартли. Информация, вероятность, энтропия. Формула Шеннона.	9	2	2	5
14	Системы счисления. Позиционные системы с натуральным основанием. Представление. Арифметические операции. Алгоритмы перевода чисел из одной системы счисления в другую. Смешанные системы счисления. Нетрадиционные системы счисления: симметричные и ассиметричные, уравновешенная троичная, с отрицательным основанием, негодвоичная, фибоначчиевая, факториальная, остаточных классов.	9	2	2	5

15	Форматы представления информации в компьютере. Стандарт IEEE 754-2008. Представление целых положительных, отрицательных и беззнаковых чисел. Прямой и дополнительный код. Представление вещественных чисел. Форматы для представления вещественных чисел со скрытой единицей. Представление текстовой информации. Представление графической информации. Представление звуковой информации. Методы сжатия информации.	9	2	2	5
16	Вычислительная погрешность. Приближенное представление вещественных чисел. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешность выполнения арифметических операций. Аксиоматическое построение множества действительных чисел. Ошибки перевода вещественных чисел из десятичной системы в двоичную систему счисления. Ошибки представления. Ошибки округления. Ошибки сдвига и компенсации при выполнении арифметических операций.	9	2	2	5

Третий модуль.

**Лекций – 18 часов. Практических занятий – 18 часов. Самостоятельная работа – 44 часов.
Формы текущего контроля – домашнее задание ДЗ, контрольная работа КЗ.**

17	Функции и отношения. Бинарные отношения и их свойства. Соответствия и функции. Изоморфизм и гомоморфизм отношений. Композиция отношений. Степень отношения. Ядро отношения. Отношение эквивалентности. Классы эквивалентности. Фактор множество. Отношения порядка. Замыкание отношений. N-арные отношения. Реляционная алгебра.	9	2	2	5
18	Основы теории графов. Графы, мультиграфы, псевдографы, орграфы. Изоморфизм графов. Способы задания графов. Операции над графами. Маршруты, цепи, циклы. Ациклический граф. Топологическая сортировка. Расстояния между вершинами. Диаметр, радиус, центр графа.	9	2	2	5
19	Сильная и слабая связность. Компоненты связности. Точки сочленения. Вершинная и реберная связность. Мосты и блоки. Меры связности. Обходы графов. Циклы Эйлера, де Брейна, Гамильтона. N-арные коды Грея.	9	2	2	2
20	Функциональные и контрфункциональные графы. Дерево и лес. Характеристические свойства деревьев. Каркасы (остовы) и хорды в связном графе. Ориентированные, упорядоченные, бинарные деревья. Алгоритмы обхода деревьев. Деревья бинарного поиска. Деревья сортировки. Сбалансированные AVL и черно-красные деревья.	9	2	2	5

21	Фундаментальные системы циклов и разрезов (коциклов). Циклы в графах. Линейное пространство бинарных наборов. Линейное пространство подграфов данного графа. Подпространство четных подграфов. Циклический и коциклический ранг графа (цикломатическое и коцикломатическое число). Матричная теорема Киркгофа о деревьях. Алгоритм построения фундаментальной системы циклов в графе.	9	2	2	5
22	Алгоритмы на графах. Алгоритмы поиска в глубину и ширину. Взвешенные графы. Алгоритмы Крускала и Прима построения минимального остовного дерева. Алгоритмические задачи траекторного типа во взвешенном графе. Обобщенный алгоритм Дейкстры. Обобщенное уравнение Беллмана-Маслова. Обобщенный алгоритм Флойда-Уоршала.	9	2	2	5
23	Двудольные графы. Паросочетания. Алгоритм построения совершенного паросочетания для двудольного графа. Системы различных представителей для конечного семейства конечных множеств (трансверсаль). Теорема Холла о совершенных паросочетаниях. Сети Петри.	9	2	2	5
24	Планарные графы. Укладка графа. Плоские графы. Эйлерова характеристика (формула Эйлера). Графы K_5 и $K_{3,3}$. Критерий планарности Понтрягина-Куратовского.	9	2	2	5
25	Раскраска графов. Хроматическое число и хроматический класс. Верхняя и нижняя оценка хроматического числа. Внутренне и внешне устойчивые множества вершин графа. Оптимальная раскраска вершин графа. Раскрашивание планарных графов. Теоремы о пяти и о четырех красках.	9	2	2	4
Четвертый модуль. Лекций – 18 часов. Практических занятий – 18 часов. Самостоятельная работа – 44 часов. Формы текущего контроля – домашнее задание Д4, контрольная работа К4. Итоговый контроль – экзамен Э2.					
26	Потоки в сетях. Двухполюсные сети. Дивергенция. Разрезы (сечения). Величина потока и пропускная способность сети. Максимальный поток. Теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке. Алгоритм построения максимального потока в сети. Многополюсная сеть. Обобщенная задача о назначениях и обобщенная транспортная задача. Алгоритмы решения обобщенной задачи о назначениях и обобщенной транспортной задачи.	9	2	2	5

27	<p>Универсальные алгебры. Операция суперпозиции. Замыкания и подалгебры. Система образующих. Морфизмы, гомоморфизм и изоморфизм алгебр. Конгруенции и фактор-алгебры. Группы, кольца, области целостности и поля. Векторные пространства. Решетки. Конечные группы, кольца и поля. Матроиды. Базы и ранг матроида. Жадный алгоритм.</p>	9	2	2	5
28	<p>Модулярная арифметика. Делимость. Простые числа. Решето Эратосфена. Факторизация целых чисел. Метод выделения множителей Ферма. Наибольший общий делитель. Расширенный алгоритм Евклида. Наименьшее общее кратное. Цепные и подходящие дроби. Алгоритм вычисления подходящих дробей. Целочисленные решения линейных уравнений. Решение сравнений. Китайская теорема об остатках. Функция Мебиуса и Эйлера. Полная и приведенная система вычетов. Теоремы Эйлера и Ферма.</p>	9	2	2	5
29	<p>Элементы теории кодирования. Алфавитное кодирование. Префиксный код. Кодирование с минимальной избыточностью. Алгоритмы Фано и Хаффмена. Блочные и сверточные коды. Хеммингово расстояние, Хемминговы сферы и корректирующая способность. Коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки. Линейные блочные коды. Порождающая и проверочная матрицы. Кодирование и декодирование линейных блочных кодов. Коды Хэмминга. Двоичные циклические коды. Порождающий и проверочный полиномы.</p>	9	2	2	5
30	<p>Применение модулярной арифметики в криптографии. Симметричные и несимметричные криптосистемы. Криптографические протоколы. Криптография с открытым ключом. Шифросистемы и электронная цифровая подпись. Хэш-функция. Проблема факторизации целых чисел. Проблема RSA. Проблема квадратичного вычета. Проблема дискретного логарифма. Проблема подмножества суммы. Факторизация полиномов над конечным полем. Криптосистема RSA. Криптосистема Эль-Гамала.</p>				
31	<p>Элементы комбинаторики. Порождение комбинаторных конфигураций и их пересчет. Размещения, перестановки, сочетания без повторений и с повторениями. Подстановки, группа подстановок. Генерация перестановок. Биномиальные коэффициенты, треугольник Паскаля, генерация подмножеств. Разбиения. Числа Стирлинга первого и второго рода, число Белла. Принцип включения и исключения. Производящие функции для комбинаторных конфигураций и их чисел. Аппарат формальных степенных рядов.</p>				

32	Дискретная вероятность. Случайность в программировании. Дискретное пространство элементарных событий. Плотность распределения вероятностей. Равномерное распределение. Вероятность события. Произведение пространств элементарных событий. Последовательность испытаний Бернулли. Произведение событий и его вероятность. Независимые события и условная вероятность. Правило Байеса и теорема о полной вероятности. Дискретные случайные величины. Биномиальное и гипергеометрическое распределение. Математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение и закон больших чисел.	9	2	2	5
33	Рекуррентные уравнения. Линейные рекуррентные уравнения (ЛРУ). Фундаментальная система решений. Общее решение ЛРУ с помощью фундаментальной системы решений. Стационарные ЛРУ (СЛРУ). Характеристический полином и характеристическое уравнение. Общее решение однородного и неоднородного СЛРУ. Частное решение неоднородного СЛРУ с правой частью – квазиполиномом.	9	2	2	5
34	Аксиоматическое исчисление высказываний и предикатов. Теорема дедукции. Теоретико-множественная интерпретация и доказуемость. Разрешимость, непротиворечивость, полнота, независимость аксиом. Непротиворечивость, семантическая полнота и доказуемость исчисления предикатов. Исчисление секвенций. Метод резолюций в логике предикатов и Пролог.	9	2	2	4
Итого:		304	68	68	168

6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год				Параметры
		1 модуль	2 модуль	3 модуль	4 модуль	
Текущий (неделя)	Контрольные работы К1, К2, К3, К4	8 неделя	8 неделя	9 неделя	9 неделя	Компьютерное тестирование 20 тестовых заданий на 120 минут
	Домашние задания Д1, Д2, Д3, Д4	1-7 неделя	1-7 неделя	1-8 неделя	1-8 неделя	Использование инструментальных сред
Итоговый	Экзамен Э1, Э2		■		■	

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Текущий контроль в каждом модуле предусматривает домашнее задание и контрольную работу в виде теста на компьютере.

Элементы текущего контроля первого модуля:

Д1 – оценка за первое домашнее задание. Срок сдачи домашнего задания – седьмая неделя первого модуля. Оценка за домашнее задание выставляется по десятибалльной шкале

при условии сдачи задания в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае. Студенты, не сдавшие домашнее задание, получают оценку Д1=0 баллов.

К1 – оценка за контрольную работу в первом модуле. Контрольная работа проводится в компьютерном классе по окончании первого модуля в форме компьютерного тестирования. Студенты, не явившиеся на компьютерное тестирование, получают оценку К1=0 баллов. Оценка за контрольную работу выставляется по десятибалльной шкале при условии выполнения контрольной работы в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

Тематика тестовых заданий, предлагаемых студентам на контрольной работе, охватывает темы дисциплины, которые обсуждаются на лекционных и практических занятиях в первом модуле. В процессе выполнения контрольной работы студент должен продемонстрировать владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения, проявить навыки логического и алгоритмического мышления в процессе решения тестовых задач по основным темам дисциплины, понимать основные концепции, принципы, теории и факты, связанных с информатикой, знать определения основных понятий, уметь применять материал основных тем дисциплины при решении задач.

Количество включенных в работу тестовых заданий – 20. Продолжительность контрольной работы составляет 120 минут.

Элементы текущего контроля второго модуля:

Д2 – оценка за второе домашнее задание. Срок сдачи домашнего задания – седьмая неделя второго модуля. Оценка за домашнее задание выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи задания в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае. Студенты, не сдавшие домашнее задание, получают оценку Д2=0 баллов.

К2 – оценка за контрольную работу во втором модуле. Контрольная работа проводится в компьютерном классе по окончании второго модуля в форме компьютерного тестирования. Студенты, не явившиеся на компьютерное тестирование, получают оценку К2=0 баллов. Оценка за контрольную работу выставляется по десятибалльной шкале при условии выполнения контрольной работы в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

Тематика тестовых заданий, предлагаемых студентам на контрольной работе, охватывает темы дисциплины, которые обсуждаются на лекционных и практических занятиях во втором модуле. В процессе выполнения контрольной работы студент должен продемонстрировать владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения, проявить навыки логического и алгоритмического мышления в процессе решения тестовых задач по основным темам дисциплины, понимать основные концепции, принципы, теории и факты, связанных с информатикой, знать определения основных понятий, уметь применять материал основных тем дисциплины при решении задач.

Количество, включенных в работу тестовых заданий – 20. Продолжительность контрольной работы составляет 120 минут.

6.2 Порядок формирования оценок по дисциплине

На текущую оценку по учебной дисциплине в первом семестре влияют следующие элементы текущего контроля:

Д1 – оценка за домашнее задание в первом модуле.

К1 – оценка за контрольную работу в первом модуле.

Д2 – оценка за домашнее задание во втором модуле.

К2 – оценка за контрольную работу во втором модуле.

Оценка за текущий контроль по дисциплине **О1** в первом семестре учитывает результаты работы студента в модулях и формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок текущего контроля по формуле:

$$O1=0.2*D1 + 0.3*K1 + 0.2*D2 + 0.3*K2$$

с учетом правил округления до целого числа баллов.

Итоговая оценка за первый семестр Э1 вычисляется по формуле:

$$Э1=(((D1 > 3) \& (K1 > 3) \& (D2 > 3) \& (K2 > 3)) ? 1 : 0.8)*O1$$

с учетом правил округления до целого числа баллов.

В случае если итоговая оценка за первый семестр $Э1 < 4$, студенту предлагается выполнить итоговое экзаменационное задание, состоящее из тестового задания в компьютерной форме **K12** и двух творческих заданий **T1** и **T2**, каждое из которых оценивается по десятибалльной шкале.

Тематика тестовых заданий, предлагаемых студентам на экзамене, охватывает темы дисциплины, которые обсуждаются на лекционных и практических занятиях в первом и втором модуле. В процессе выполнения экзаменационного задания студент должен продемонстрировать владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения, проявить навыки логического и алгоритмического мышления в процессе решения тестовых задач по основным темам дисциплины, понимать основные концепции, принципы, теории и факты, связанных с информатикой, знать определения основных понятий, уметь применять материал основных тем дисциплины при решении задач.

Количество включенных в работу тестовых заданий – 20. Продолжительность контрольной работы составляет 120 минут. Набор тестовых заданий представляет собой подмножество тестовых заданий первой и второй контрольной работы.

Первое творческое задание **T1** формулируется по материалам, изученным в первом модуле и соответствует по тематике первому домашнему заданию, второе творческое задание **T2** формулируется по материалам, изученным во втором модуле и соответствует по тематике второму домашнему заданию. На выполнение двух творческих заданий отводится 60 минут.

Итоговая оценка за первый семестр Э1 в этом случае вычисляется по формуле:

$$Э1=0.8*(0.4*K12 + 0.3*T1 + 0.3*T2)$$

с учетом правил округления до целого числа баллов. Здесь:

K12 - оценка за выполнение тестовых заданий в компьютерной форме,

T1 - оценка за первое творческое задание,

T2 - оценка за второе творческое задание.

При передаче итогового экзамена за первый семестр (независимо от предыдущих оценок) итоговая экзаменационная оценка **Э1** по дисциплине формируется как взвешенная сумма полученных оценок, по формуле:

$$Э1 = 0.8*(0.4*K12 + 0.3*T1 + 0.3*T2)$$

с учетом правил округления до целого числа баллов.

Правила округления до целого числа баллов при выставлении оценок: средневзвешенная оценка округляется до большего целого, если дробная часть оценки не ниже 0,5, в противном случае оценка округляется до меньшего целого.

Во втором семестре оценка за текущий контроль по дисциплине O2 и итоговая оценка за второй семестр Э2 формируются аналогично.

Результирующая оценка Р по дисциплине формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок итогового контроля первого и второго семестров с учетом правил округления до целого числа баллов по следующей формуле $\mathfrak{R} = 0.5 \cdot \mathfrak{R}_1 + 0.5 \mathfrak{R}_2$

В случае, если результирующая оценка $\mathfrak{P} < 4$ студенту предлагается выполнить итоговое экзаменационное задание за тот семестр, в котором итоговая оценка была неудовлетворительной по пятибалльной шкале. При этом оценка выставляется по формуле при передаче.

Перевод результирующей оценки \mathfrak{P} по дисциплине в оценку по пятибалльной шкале осуществляется в соответствии со следующей таблицей:

Таблица соответствия оценок по десятибалльной и пятибалльной системам

По десятибалльной шкале	По пятибалльной шкале
1 – неудовлетворительно 2 – очень плохо 3 – плохо	неудовлетворительно – 2
4 – удовлетворительно 5 – весьма удовлетворительно	удовлетворительно – 3
6 – хорошо 7 – очень хорошо	хорошо – 4
8 – почти отлично 9 – отлично 10 – блестяще	отлично – 5

7 Содержание дисциплины

♦ Тема 1. Основные понятия математической логики.

Содержание лекционных занятий.

Высказывание. Логические связки. Силлогизм. Законы Аристотеля. Закон Лейбница. Логика высказываний. Пропозициональные переменные. Формулы логики высказываний. Равносильность формул. Тавтология. Противоречие. Выполнимость. Опровержимость. Алгебра высказываний. Булева функция. Существенные и несущественные переменные. Таблицы истинности. Множество. Предикат. Свойство. Кванторы. Законы де Моргана.

Содержание практических занятий.

Построение таблиц истинности логических формул. Разбиение заданных логических формул на тавтологии и опровержимые формулы, на противоречия и выполнимые формулы. Определение существенных и несущественных переменных. Решение задач на применение законов де Моргана.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г.** Математическая логика. Введение в математическую логику. Едиториал УРСС, 2013. – 240.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Rosen К.Н.** Discrete Mathematics and Its Applications. – 7th edition. McGraw-Hill, 2012. – 1071 p.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Начала теории множеств. МЦНМО, 2012. – 112 с.
- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КноРус, 2012. – 206 с.
- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Клини С.К.** Введение в метаматематику. М.: Либроком, 2008. – 526 с.

- **Клини С.К.** Математическая логика. М.: ЛКИ, 2008. – 482 с.
- **Лавров И.А.** Математическая логика. М.: Академия, 2006. – 240 с.
- **Лавров И.А., Максимова Л.Л.** Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 2004. – 256 с.
- **Ландо С.К.** Введение в дискретную математику. МЦНМО, 2012. – 272 с.
- **Локшин А.А., Сагомоян Е.А.** Логика и множества. М.: “Вузовская книга”, 2002. – 64 с.
- **Мендельсон Э.** Введение в математическую логику. М.: Либроком, 2010. – 161 с.
- **Набебин А.А., Кораблин Ю.П.** Математическая логика и теория алгоритмов. Научный мир, 2008. – 344 с.
- **Непейвода Н.Н.** Прикладная логика. – Новосибирск, НГУ, 2000. – 494 с.
- **Черч А.** Введение в математическую логику. Том 1. Либроком, 2009. – 482 с.
- **Хаггарти Р., Шлиф Дж., Уайтсайде С.** Дискретная математика для программистов. Бинум, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.
- **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику. Высшая школа. 2012. – 384 с.

♦ **Тема 2. Законы булевой алгебры.**

Содержание лекционных занятий.

Абстрактные алгебры с одной и двумя операциями. Изоморфизмы алгебр. Классический принцип двойственности. Булева алгебра. Алгебра Кантора. Законы поглощения. Законы По-рецкого. Законы склеивания. Компьютерное представление конечных множеств. Дизъюнктивное и конъюнктивное разложение Шеннона. Синтез логических формул. Предельные разложения Шеннона. Канонические формы. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма СДНФ. Совершенная конъюнктивная нормальная форма СКНФ.

Содержание практических занятий.

Построение пар двойственных логических функций, заданных таблицами истинности. Решение задач на определение свойств пар двойственных логических бинарных операций. Решение задач на применение законов булевой алгебры, алгебры Кантора, классического принципа двойственности и разложения функций в канонические формы.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г.** Математическая логика. Введение в математическую логику. Едиториал УРСС, 2013. – 240.

Дополнительная литература:

- **Rosen K.H.** Discrete Mathematics and Its Applications. – 7th edition. McGraw-Hill, 2012. – 1071 p.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Начала теории множеств. МЦНМО, 2012. – 112 с.
- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КноРус, 2012. – 206 с.
- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Клини С.К.** Введение в метаматематику. М.: Либроком, 2008. – 526 с.
- **Клини С.К.** Математическая логика. М.: ЛКИ, 2008. – 482 с.
- **Лавров И.А.** Математическая логика. М.: Академия, 2006. – 240 с.
- **Лавров И.А., Максимова Л.Л.** Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 2004. – 256 с.
- **Ландо С.К.** Введение в дискретную математику. МЦНМО, 2012. – 272 с.
- **Локшин А.А., Сагомоян Е.А.** Логика и множества. М.: “Вузовская книга”, 2002. – 64 с.
- **Мендельсон Э.** Введение в математическую логику. М.: Либроком, 2010. – 161 с.
- **Набебин А.А., Кораблин Ю.П.** Математическая логика и теория алгоритмов. Научный мир, 2008. – 344 с.

- **Непейвода Н.Н.** Прикладная логика. – Новосибирск, НГУ, 2000. - 494 с.
- **Черч А.** Введение в математическую логику. Том 1. Либроком, 2009. – 482 с.
- **Хаггарти Р., Шлипф Дж., Уайтсайдс С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.
- **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику. Высшая школа. 2012. – 384 с.

◆ **Тема 3. Дифференциальное исчисление булевых функций.**

Содержание лекционных занятий.

Ортогональность. Разложения Рида. Полиномы Жегалкина. Логические уравнения. Теоретико-множественные уравнения. Побитовые уравнения. Система линейных алгебраических уравнений в поле Галуа $GF(2)$. Производная. Дифференцирование булевых функций. Разложение булевой функции в ряд Тейлора и Макларена. Алгебра переключательных схем. Комбинационные схемы и схемы с памятью. Методы решения логических задач.

Содержание практических занятий.

Разложение функций в ряды. Алгоритмы решения систем линейных уравнений в полях Галуа. Решение логических и теоретико-множественных уравнений. Определение функций, реализуемых переключательными и комбинационными схемами. Построение переключательных и комбинационных схем, реализующих заданную функцию. Решение логических задач.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г.** Математическая логика. Введение в математическую логику. Едиториал УРСС, 2013. – 240.
- **Кузнецов О.П.** Дискретная математика для инженеров. М.: Лань, 2005. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Непейвода Н.Н.** Прикладная логика. – Новосибирск, НГУ, 2000. - 494 с.
- **Смолин Ю.Н.** Числовые системы. Флинта, Наука. -2009. – 112 с.

◆ **Тема 4. Критерий Поста.**

Содержание лекционных занятий.

Замкнутые классы логических функций. Полные системы булевых функций в сильном и слабом смысле. Базисы. Теорема Поста. Минимизация булевых функций в классе дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм. Коды Грея. Карты Карно. Частично-определенные функции и их минимизация. Минимизация булевых функций в заданных базисах.

Содержание практических занятий.

Определение заданной булевой функции к замкнутым классам. Выражение логических функций в заданных базисах. Решение задач на минимизацию частично-определенных и всюду определенных функций в заданных базисах.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Кузнецов О.П.** Дискретная математика для инженеров. М.: Лань, 2005. – 400 с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. Научный мир, 2010. – 512 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.

Дополнительная литература:

- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. Научный мир, 2009. – 280 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика. Питер, 2012. – 400 с.

◆ Тема 5. Конечные автоматы.

Содержание лекционных занятий.

Автоматы Мили и Мура. Представление данных. Алфавит. Операция конкатенации. Транзитивное и рефлексивное замыкание Клини. Регулярные выражение и регулярные языки. Префиксные, суффиксные и инфиксные коды. Грамматики. Минимизация автоматов. Компьютер, как программно управляемый цифровой автомат.

Содержание практических занятий.

Построение автоматов, реализующих заданное преобразование. Схемы с памятью, построенные на основе логических функций. Триггер. Регистр. Сумматор. Шифратор и дешифратор. Построение автоматов, распознающих регулярные языки. Алгоритмы минимизации автоматов Мили и Мура.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Кузнецов О.П.** Дискретная математика для инженеров. М.: Лань, 2005. – 400 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Хаггарти Р., Шлипф Дж., Уайтсайде С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.

◆ Тема 6. Аксиоматическая теория высказываний.

Содержание лекционных занятий.

Язык и метаязык в логике высказываний. Аксиоматические системы. Системы аксиом. Правило вывода. Полнота, непротиворечивость и разрешимость формализованного исчисления высказываний. Независимость системы аксиом. Логическое следование. Принцип дедукции. Формальный вывод. Метод резолюций. Метод Вонга. Натуральное исчисление.

Содержание практических занятий.

Решение задач на доказательство на основе аксиоматического метода, метода натурального исчисления, метода резолюций и метода Вонга.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г.** Математическая логика. Введение в математическую логику. Едиториал УРСС, 2013. – 240.

Дополнительная литература:

- **Верещагин Н.К., Шень А.** Языки и исчисления. МЦНМО, 2012. – 240 с.
- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Клини С.К.** Введение в метаматематику. М.: Либроком, 2008. – 526 с.
- **Клини С.К.** Математическая логика. М.: ЛКИ, 2008. – 482 с.
- **Лавров И.А.** Математическая логика. М.: Академия, 2006. – 240 с.
- **Лавров И.А., Максимова Л.Л.** Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 2004. – 256 с.
- **Локшин А.А., Сагомоян Е.А.** Логика и множества. М.: “Вузовская книга”, 2002. – 64 с.
- **Мендельсон Э.** Введение в математическую логику. М.: Либроком, 2010. – 161 с.
- **Непейвода Н.Н.** Прикладная логика. – Новосибирск, НГУ, 2000. - 494 с.
- **Черч А.** Введение в математическую логику. Том 1. Либроком, 2009. – 482 с.

◆ Тема 7. Формальные аксиоматические системы.

Содержание лекционных занятий.

Язык и метаязык, теоремы и метатеоремы формальной теории. Интерпретация и модели формальной теории. Синтаксис и семантика языка логики предикатов. Непротиворечивость формализованного исчисления предикатов. Теорема Геделя о неполноте. Клаузуальная форма. Клаузуальная логика. Семантика клаузуальной формы. Инфиксная нотация. Семантические сети. Клаузы Хорна и их интерпретация. Метод резолюций в логике предикатов. Принцип логического программирования.

Содержание практических занятий.

Решение задач на доказательство в логике предикатов. Алгоритмы процедур унификации и резолюций в Прологе. Трассировка алгоритмов на языке Пролог. Решение задач на основе семантических сетей.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г.** Математическая логика. Введение в математическую логику. Едиториал УРСС, 2013. – 240.

Дополнительная литература:

- **Верещагин Н.К., Шень А.** Языки и исчисления. МЦНМО, 2012. – 240 с.
- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Клини С.К.** Введение в метаматематику. М.: Либроком, 2008. – 526 с.
- **Клини С.К.** Математическая логика. М.: ЛКИ, 2008. – 482 с.
- **Лавров И.А.** Математическая логика. М.: Академия, 2006. – 240 с.
- **Лавров И.А., Максимова Л.Л.** Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 2004. – 256 с.
- **Мендельсон Э.** Введение в математическую логику. М.: Либроком, 2010. – 161 с.
- **Непейвода Н.Н.** Прикладная логика. – Новосибирск, НГУ, 2000. - 494 с.
- **Черч А.** Введение в математическую логику. Том 1. Либроком, 2009. – 482 с.

◆ Тема 8. Неклассические логики.

Содержание лекционных занятий.

Интуиционистская логика. Конечнозначные логики. Нечеткая логика. Модальная логика. Типы модальностей. Модальные исчисления. Семантика Крипке. Временные (темпоральные) логики. Алгоритмические логики.

Содержание практических занятий.

Решение задач с использованием конечнозначных и нечетких логик.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г.** Математическая логика. Введение в математическую логику. Едиториал УРСС, 2013. – 240.

Дополнительная литература:

- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Клини С.К.** Введение в метаматематику. М.: Либроком, 2008. – 526 с.
- **Клини С.К.** Математическая логика. М.: ЛКИ, 2008. – 482 с.
- **Лавров И.А.** Математическая логика. М.: Академия, 2006. – 240 с.
- **Лавров И.А., Максимова Л.Л.** Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 2004. – 256 с.
- **Мендельсон Э.** Введение в математическую логику. М.: Либроком, 2010. – 161 с.
- **Черч А.** Введение в математическую логику. Том 1. Либроком, 2009. – 482 с.

◆ Тема 9. Формализация понятия алгоритма.

Содержание лекционных занятий.

Понятие алгоритма и вычислимой функции. Качественная и количественная теория алгоритмов. Понятие алгоритмической системы. Машина Тьюринга. Машина Поста. Тезис Тьюринга. Основная гипотеза теории алгоритмов в форме Тьюринга. Универсальная машина Тьюринга. Универсальная машина Поста.

Содержание практических занятий.

Решение задач на представление алгоритма в виде машины Тьюринга. Трассировка программ для машины Тьюринга. R-технология.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н.** Математические основы информатики. М.: Бином, 2007. – 328 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Босс В.** Лекции по математике. Т. 6: Алгоритмы, логика, вычислимость. От Диафанта до Тьюринга и Геделя. Либроком, УРСС, 2012. – 2008 с.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Вычислимые функции. МЦНМО, 2012. – 160 с.
- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КноРус, 2012. – 206 с.
- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Лавров И.А., Максимова Л.Л.** Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 2004. – 256 с.
- **Набебин А.А., Кораблин Ю.П.** Математическая логика и теория алгоритмов. Научный мир, 2008. – 344 с.
- **Хаггарти Р., Шлифф Дж., Уайтсайдс С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.

◆ Тема 10. Нормальный алгоритм Маркова.

Содержание лекционных занятий.

Основная гипотеза теории алгоритмов в форме Маркова. Эквивалентность определений алгоритма в виде машины Тьюринга и нормального алгоритма Маркова. Универсальный алгоритм Маркова.

Содержание практических занятий.

Решение задач на представление алгоритма в виде нормального алгоритма Маркова. Трассировка нормальных алгоритмов Маркова. Представление машин Тьюринга в виде нормального алгоритма Маркова.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н.** Математические основы информатики. М.: Бином, 2007. – 328 с.

Дополнительная литература:

- **Босс В.** Лекции по математике. Т. 6: Алгоритмы, логика, вычислимость. От Диафанта до Тьюринга и Геделя. Либроком, УРСС, 2012. – 2008 с.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Вычислимые функции. МЦНМО, 2012. – 160 с.
- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КноРус, 2012. – 206 с.

- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.

◆ **Тема 11. Рекурсивные функции.**

Содержание лекционных занятий.

Базовые функции. Операторы суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации. Примитивно рекурсивные функции. Частично-рекурсивные функции. Тезис Черча. Универсальная частично-рекурсивная функция. Эквивалентность формальных определений алгоритма. Алгоритмически неразрешимые задачи. Невычислимые функции.

Содержание практических занятий.

Решение задач на представление алгоритма в виде рекурсивной функции. Трассировка вычисления рекурсивных функций. Доказательство алгоритмической неразрешимости ряда задач о самоприменимости, остановки, самоанулируемости, анулируемости и т.д.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Босс В.** Лекции по математике. Т. 6: Алгоритмы, логика, вычислимость. От Диафанта до Тьюринга и Геделя. Либерком, УРСС, 2012. – 2008 с.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Вычислимые функции. МЦНМО, 2012. – 160 с.
- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КноРус, 2012. – 206 с.
- **Мальцев А.И.** Алгоритмы и рекурсивные функции. М.: Наука, Физматлит, 1986. – 392 с.
- **Черч А.** Введение в математическую логику. Том 1. Либерком, 2009. – 482 с.
- **Хаггарти Р., Шлипф Дж., Уайтсайде С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.

◆ **Тема 12. Меры сложности алгоритмов.**

Содержание лекционных занятий.

Понятие сложности алгоритмов и вычислений, эффективные алгоритмы. Легко и трудно разрешимые задачи. Полиномиальная эквивалентность. Недетерминированные алгоритмы. Недетерминированная машина Тьюринга. Классы задач P и NP. NP – полные и NP – трудные задачи. Квантовый компьютер и квантовые вычисления.

Содержание практических занятий.

Решение задач на доказательство полиномиальной эквивалентности алгоритмов.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Абрамов С.А.** Лекции о сложности алгоритмов. МЦНМО, 2012. – 248 с.
- **Босс В.** Лекции по математике. Т. 6: Алгоритмы, логика, вычислимость. От Диафанта до Тьюринга и Геделя. Либерком, УРСС, 2012. – 2008 с.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Вычислимые функции. МЦНМО, 2012. – 160 с.
- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КноРус, 2012. – 206 с.
- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Набебин А.А., Кораблин Ю.П.** Математическая логика и теория алгоритмов. Научный мир, 2008. – 344 с.

- **Непейвода Н.Н.** Прикладная логика. – Новосибирск, НГУ, 2000. – 494 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика. Питер, 2012. – 400 с.

◆ **Тема 13. Основы теории информации.**

Содержание лекционных занятий.

Кодирование информации. Блочные коды. Префиксные коды. Кома-код. Код Грея. Расстояние Хемминга. Коды, обнаруживающие ошибки. Коды, исправляющие ошибки. Код Хаффмана. Информационный объем сообщения. Формула Хартли. Информация, вероятность, энтропия. Формула Шеннона.

Содержание практических занятий.

Решение задач на определение информационного объема сообщения. Решение задач на оптимальное кодирование информации.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н.** Математические основы информатики. М.: Бином, 2007. – 328 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Романовский И.В.** Дискретный анализ. БХВ-Петербург, 2008. – 336 с.
- **Смолин Ю.Н.** Числовые системы. Флинта, Наука. -2009. – 112 с.
- **Хаггарти Р., Шлипф Дж., Уайтсайдс С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.

◆ **Тема 14. Системы счисления.**

Содержание лекционных занятий.

Позиционные системы с натуральным основанием. Представление. Арифметические операции. Алгоритмы перевода чисел из одной системы счисления в другую. Смешанные системы счисления. Нетрадиционные системы счисления: симметричные и ассиметричные, уравновешенная троичная, с отрицательным основанием, негодвоичная, фибоначчиевая, факториальная, остаточных классов.

Содержание практических занятий.

Решение задач на применение различных алгоритмов для перевода из одной системы счисления в другую. Выполнение арифметических операций в различных системах счисления.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н.** Математические основы информатики. М.: Бином, 2007. – 328 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КноРус, 2012. – 206 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика. Питер, 2012. – 400 с.
- **Романовский И.В.** Дискретный анализ. БХВ-Петербург, 2008. – 336 с.
- **Смолин Ю.Н.** Числовые системы. Флинта, Наука. -2009. – 112 с.
- **Хаггарти Р., Шлипф Дж., Уайтсайдс С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.

◆ Тема 15. Форматы представления информации в компьютере.

Содержание лекционных занятий.

Стандарт IEEE 754-2008. Представление целых положительных, отрицательных и беззнаковых чисел. Прямой и дополнительный код. Представление вещественных чисел. Форматы для представления вещественных чисел со скрытой единицей. Представление текстовой информации. Представление графической информации. Представление звуковой информации. Методы сжатия информации.

Содержание практических занятий.

Решение задач на представление чисел в компьютере и выполнение операций в дополнительном коде. Перевод вещественных чисел в компьютерное представление и обратно. Нормализованное, ненормализованное и денормализованное представление вещественных чисел. Переполнение и исчезновение порядка. Специальные коды INF и NAN.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н.** Математические основы информатики. М.: Бином, 2007. – 328 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Романовский И.В.** Дискретный анализ. БХВ-Петербург, 2008. – 336 с.
- **Хаггарти Р., Шлипф Дж., Уайтсайдс С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.
- **IEEE Std. 754-2008.** Standard for Floating-Point Arithmetic. – 58 p.

◆ Тема 16. Вычислительная погрешность.

Содержание лекционных занятий.

Приближенное представление вещественных чисел. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешность выполнения арифметических операций. Аксиоматическое построение множества действительных чисел. Ошибки перевода вещественных чисел из десятичной системы в двоичную систему счисления. Ошибки представления. Ошибки округления. Ошибки сдвига и компенсации при выполнении арифметических операций.

Содержание практических занятий.

Решение задач на определение вычислительной погрешности. Вычислительная устойчивость численных алгоритмов.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.
- **Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н.** Математические основы информатики. М.: Бином, 2007. – 328 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

Дополнительная литература:

- **Романовский И.В.** Дискретный анализ. БХВ-Петербург, 2008. – 336 с.
- **Хаггарти Р., Шлипф Дж., Уайтсайдс С.** Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.
- **IEEE Std. 754-2008.** Standard for Floating-Point Arithmetic. – 58 p.

◆ **Тема 17. Функции и отношения.**

Содержание лекционных занятий.

Бинарные отношения и их свойства. Соответствия и функции. Изоморфизм и гомоморфизм отношений. Композиция отношений. Степень отношения. Ядро отношения. Отношение эквивалентности. Классы эквивалентности. Фактор множество. Отношения порядка. Замыкание отношений. N-арные отношения. Реляционная алгебра.

Содержание практических занятий.

Операции над отношениями. Примеры отношений. Граф бинарного отношения. Степени вершин графа. Матрица смежностей (соседства вершин) и матрица инцидентности (принадлежности вершин ребрам и ребер вершинам). Алгоритм поиска кратчайшего пути между вершинами в нагруженном связном ориентированном графе.

Основная литература:

- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. - 368с.
- **Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М.** Дискретная математика для инженера. М.: Энергоатомиздат, 1988. - 480с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.
- **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1986. 384с.

Дополнительная литература:

- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.
- **Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В.** Основы криптографии: Учебное пособие, 2-е изд., испр. и доп. М.: "Гелиос АРВ", 2002. 480с
- **Ахо А., Ульман Дж.** Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Том 1, М.: Мир, 1978. 613с. Том 2, М.: Мир, 1978. 488с.
- **Биркгоф Г., Барти Т.** Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976. 400 с.
- **Биркгоф Г.** Теория решеток. М.: Наука, 1984. 568 с.
- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Кон П.** Универсальная алгебра. М.: Мир, 1968. 352 с.
- **Кофман А.** Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975. 480 с.
- **Лидл Р., Нидеррайтер Г.** Конечные поля. М.: Мир, 1988. 820 с.
- **Питерсон У.** Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1964. 339с.
- **Риордан Дж.** Введение в комбинаторный анализ. М.: ИЛ, 1963. 288 с.
- **Рыбников К.А.** Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 308 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.
- **Хантор Р.** Проектирование и конструирование компиляторов. М.: Финансы и статистика. 1984. 232с.

◆ **Тема 18. Основы теории графов.**

Содержание лекционных занятий.

Графы, мультиграфы, псевдографы, оргграфы. Изоморфизм графов. Способы задания графов. Операции над графами. Маршруты, цепи, циклы. Ациклический граф. Топологическая сортировка. Расстояния между вершинами. Диаметр, радиус, центр графа.

Содержание практических занятий.

Алгоритм топологической сортировки. Алгоритм вычисления расстояния между всеми парами вершин. Нахождение диаметра, радиуса и центров графа.

Основная литература:

- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.

- **Горбатов В.В.** Фундаментальные основы дискретной математики. М.: Наука, Физматлит, 1999.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.
- Дополнительная литература:
- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.
- **Биркгоф Г., Барти Т.** Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976. 400 с.
- **Биркгоф Г.** Теория решеток. М.: Наука, 1984. 568 с.
- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Кофман А.** Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975. 480 с.
- **Лидл Р., Нидеррайтер Г.** Конечные поля. М.: Мир, 1988. 820 с.
- **Риордан Дж.** Введение в комбинаторный анализ. М.: ИЛ, 1963. 288 с.
- **Рыбников К.А.** Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 308 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.
- **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1986. 384с.

♦ **Тема 19. Сильная и слабая связность.**

Содержание лекционных занятий.

Компоненты связности. Точки сочленения. Вершинная и реберная связность. Мосты и блоки. Меры связности. Обходы графов. Циклы Эйлера, де Брейна, Гамильтона. N-арные коды Грея.

Содержание практических занятий.

Два алгоритма построения циклов Эйлера. Алгоритм построения цикла де Брюйна. Циклы Гамильтона и коды Грея.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2003.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.
- **Menezes A., van Oorshot P., Vanstone S.** Handbook of applied cryptography. CRC Press. 1996. 780 p. Internet address: www.cacr.math.uwaterloo.ca/ha
- Дополнительная литература:
- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.
- **Биркгоф Г., Барти Т.** Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976. 400 с.
- **Биркгоф Г.** Теория решеток. М.: Наука, 1984. 568 с.
- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Кофман А.** Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975. 480 с.
- **Риордан Дж.** Введение в комбинаторный анализ. М.: ИЛ, 1963. 288 с.
- **Рыбников К.А.** Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 308 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.

◆ **Тема 20. Функциональные и контрфункциональные графы.**

Содержание лекционных занятий.

Дерево и лес. Характеристические свойства деревьев. Каркасы (остовы) и хорды в связном графе. Ориентированные, упорядоченные, бинарные деревья. Алгоритмы обхода деревьев. Деревья бинарного поиска. Деревья сортировки. Сбалансированные АВЛ и черно-красные деревья.

Содержание практических занятий.

Кодирование функциональных и контрфункциональных графов, ориентированных и неориентированных деревьев в компьютере. Представление произвольных ориентированных деревьев в виде бинарных. Алгоритмы обхода деревьев. Построение сортирующих деревьев. Сортировка деревом. Поддержание сбалансированности дерева.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2003.
- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.

Дополнительная литература:

- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.
- **Биркгоф Г., Барти Т.** Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976. 400 с.
- **Биркгоф Г.** Теория решеток. М.: Наука, 1984. 568 с.
- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Кофман А.** Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975. 480 с.
- **Риордан Дж.** Введение в комбинаторный анализ. М.: ИЛ, 1963. 288 с.
- **Рыбников К.А.** Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 308 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.

◆ **Тема 21. Фундаментальные системы циклов и коциклов.**

Содержание лекционных занятий.

Циклы в графах. Линейное пространство бинарных наборов. Линейное пространство подграфов данного графа. Подпространство четных подграфов. Циклический и коциклический ранг графа (цикломатическое и коцикломатическое число). Матричная теорема Киркгофа о деревьях. Алгоритм построения фундаментальной системы циклов в графе.

Содержание практических занятий.

Построение фундаментальной системы циклов, соответствующее множество хорд, каркаса, всех фундаментальных разрезов с помощью алгоритма удаления циклических ребер в нагруженном связном графе.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2003.
- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
- **Горбатов В.В.** Фундаментальные основы дискретной математики. М.: Наука, Физматлит, 1999.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.

Дополнительная литература:

- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.
- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Кон П.** Универсальная алгебра. М.: Мир, 1968. 352 с.
- **Кофман А.** Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975. 480 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.

♦ **Тема 22. Алгоритмы на графах.**

Содержание лекционных занятий.

Алгоритмы поиска в глубину и ширину. Взвешенные графы. Алгоритмы Крускала и Прима построения минимального остовного дерева. Алгоритмические задачи траекторного типа во взвешенном графе. Обобщенный алгоритм Дейкстры. Обобщенное уравнение Беллмана-Маслова. Обобщенный алгоритм Флойда-Уоршала.

Содержание практических занятий.

Алгоритм построения компонент связности. Построение минимальных остовных деревьев в графе. Построение кратчайших, наиболее вероятных, минимаксных путей и путей с максимальной пропускной способностью.

Основная литература:

- **Горбатов В.В.** Фундаментальные основы дискретной математики. М.: Наука, Физматлит, 1999.
- **Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М.** Дискретная математика для инженера. М.: Энергоатомиздат, 1988. 480с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.

Дополнительная литература:

- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.
- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.

♦ **Тема 23. Двудольные графы.**

Содержание лекционных занятий.

Паросочетания. Алгоритм построения совершенного паросочетания для двудольного графа. Системы различных представителей для конечного семейства конечных множеств (трансверсаль). Теорема Холла о совершенных паросочетаниях. Сети Петри.

Содержание практических занятий.

Построение совершенного паросочетания для двудольного графа. Вычисление системы различных представителей для конечного семейства конечных множеств. Способы задания сетей Петри. Алгоритм функционирования сетей Петри. Алгоритмические задачи сетей Петри.

Основная литература:

- **Горбатов В.В.** Фундаментальные основы дискретной математики. М.: Наука, Физматлит, 1999.
- **Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М.** Дискретная математика для инженера. М.: Энергоатомиздат, 1988. 480с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.

Дополнительная литература:

- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.

- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.

♦ **Тема 24. Планарные графы.**

Содержание лекционных занятий.

Укладка графа. Плоские графы. Эйлерова характеристика (формула Эйлера). Графы K_5 и $K_{3,3}$. Критерий планарности Понтрягина-Куратовского.

Содержание практических занятий.

Алгоритмы укладки графа на плоскость.

Основная литература:

- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
 - **Липский В.** Комбинаторика для программистов. М.: Мир, 1988. 213 с.
 - **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
 - **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
 - **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.
- Дополнительная литература:
- **Алексеев В.Б.** Лекции по дискретной математике. М.: Изд. отд. Фак. ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. 74 с.
 - **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
 - **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.

♦ **Тема 25. Раскраска графов.**

Содержание лекционных занятий.

Хроматическое число и хроматический класс. Верхняя и нижняя оценка хроматического числа. Внутренне и внешне устойчивые множества вершин графа. Оптимальная раскраска вершин графа. Раскрашивание планарных графов. Теоремы о пяти и о четырех красках.

Содержание практических занятий.

Алгоритмы вычисления в неориентированных и ориентированных графах a) все максимальные и наибольшие внутренне устойчивые (независимые) множества вершин; b) все минимальные и наименьшие внешне устойчивые (доминирующие) множества вершин. Оптимальная раскраска вершин графа.

Основная литература:

- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
 - **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
 - **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
 - **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.
 - **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1986. 384с.
- Дополнительная литература:
- **Зыков А.А.** Основы теории графов. М.: Наука, 1987. 384 с.
 - **Кристофидес Н.** Теория графов: алгоритмический подход. М.: МИР, 1978. 430с.
 - **Рыбников К.А.** Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 308 с.
 - **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.

♦ **Тема 26. Потоки в сетях.**

Содержание лекционных занятий.

Двухполюсные сети. Дивергенция. Разрезы (сечения). Величина потока и пропускная способность сети. Максимальный поток. Теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке. Алгоритм построения максимального потока в сети. Многополюсная сеть. Обобщенная задача о назначениях и обобщенная транспортная задача. Алгоритмы решения обобщенной задачи о назначениях и обобщенной транспортной задачи.

Содержание практических занятий.

Алгоритмы построения максимального потока минимальной стоимости. Алгоритмы решения максиминной транспортной задачи. Алгоритмы решения задачи об оптимальном назначении.

Основная литература:

- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.

Дополнительная литература:

- **Кофман А.** Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975. 480 с.
- **Уилсон Р.** Введение в теорию графов. М.: Мир, 1977. 208 с.
- **Харари Ф., Палмер Э.** Перечисление графов. М.; МИР, 1977. 324с.

♦ **Тема 27. Универсальные алгебры.**

Содержание лекционных занятий.

Операция суперпозиции. Замыкания и подалгебры. Система образующих. Морфизмы, гомоморфизм и изоморфизм алгебр. Конгруенции и фактор-алгебры. Группы, кольца, области целостности и поля. Векторные пространства. Решетки. Конечные группы, кольца и поля. Матроиды. Базы и ранг матроида. Жадный алгоритм.

Содержание практических занятий.

Жадные алгоритмы на матроидах.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2003.
- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
- **Липский В.** Комбинаторика для программистов. М.: Мир, 1988. 213 с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.

Дополнительная литература:

- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Риордан Дж.** Введение в комбинаторный анализ. М.: ИЛ, 1963. 288 с.
- **Рыбников К.А.** Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 308 с.

♦ **Тема 28. Модулярная арифметика.**

Содержание лекционных занятий.

Делимость. Простые числа. Решето Эратосфена. Факторизация целых чисел. Метод выделения множителей Ферма. Наибольший общий делитель. Расширенный алгоритм Евклида. Наименьшее общее кратное. Цепные и подходящие дроби. Алгоритм вычисления подходящих дробей. Целочисленные решения линейных уравнений. Решение сравнений. Китайская теорема об остатках. Функция Мебиуса и Эйлера. Полная и приведенная система вычетов. Теоремы Эйлера и Ферма.

Содержание практических занятий.

Алгоритмические задачи модулярной арифметики.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2003.
- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
- **Липский В.** Комбинаторика для программистов. М.: Мир, 1988. 213 с.

- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.
Дополнительная литература:
- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Кон П.** Универсальная алгебра. М.: Мир, 1968. 352 с.
- **Кофман А.** Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975. 480 с.
- **Риордан Дж.** Введение в комбинаторный анализ. М.: ИЛ, 1963. 288 с.
- **Рыбников К.А.** Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1985. 308 с.

♦ **Тема 29. Элементы теории кодирования.**

Содержание лекционных занятий.

Алфавитное кодирование. Префиксный код. Кодирование с минимальной избыточностью. Алгоритмы Фано и Хаффмена. Блочные и сверточные коды. Хеммингово расстояние, Хемминговы сферы и корректирующая способность. Коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки. Линейные блочные коды. Порождающая и проверочная матрицы. Кодирование и декодирование линейных блочных кодов. Коды Хэмминга. Двоичные циклические коды. Порождающий и проверочный полиномы.

Содержание практических занятий.

Построение кодов с минимальной избыточностью. Построение кодов исправляющих ошибки.

Основная литература:

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2003.
- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
- **Липский В.** Комбинаторика для программистов. М.: Мир, 1988. 213 с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
- **Горбатов В.В.** Фундаментальные основы дискретной математики. М.: Наука, Физматлит, 1999.
- *Дополнительная литература:*
- **Биркгоф Г., Барти Т.** Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976. 400 с.
- **Биркгоф Г.** Теория решеток. М.: Наука, 1984. 568 с.
- **Калужнин Л.А., Суцанский В.И.** Преобразования и перестановки. М.: Наука, 1985. 160 с.
- **Кон П.** Универсальная алгебра. М.: Мир, 1968. 352 с.
- **Лидл Р., Нидеррайтер Г.** Конечные поля. М.: Мир, 1988. 820 с.

♦ **Тема 30. Применение модулярной арифметики в криптографии.**

Содержание лекционных занятий.

Симметричные и несимметричные криптосистемы. Криптографические протоколы. Криптография с открытым ключом. Шифросистемы и электронная цифровая подпись. Хэш-функция. Проблема факторизации целых чисел. Проблема RSA. Проблема квадратичного вычета. Проблема дискретного логарифма. Проблема подмножества суммы. Факторизация полиномов над конечным полем. Криптосистема RSA. Криптосистема ЭльГамала.

Содержание практических занятий.

Построение криптосистем с открытым ключом. Система RSA.

Основная литература:

- **Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А.** Сборник задач по дискретной математике. М.: Наука, 1977. 368с.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
- **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.

- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
 - **Харари Ф.** Теория графов. М.: Мир, 1873. 300 с.
- Дополнительная литература:
- **Лидл Р., Нидеррайтер Г.** Конечные поля. М.: Мир, 1988. 820 с.

◆ **Тема 31. Элементы комбинаторики.**

Содержание лекционных занятий.

Порождение комбинаторных конфигураций и их пересчет. Размещения, перестановки, сочетания без повторений и с повторениями. Подстановки, группа подстановок. Генерация перестановок. Биномиальные коэффициенты, треугольник Паскаля, генерация подмножеств. Разбиения. Числа Стирлинга первого и второго рода, число Белла. Принцип включения и исключения. Производящие функции для комбинаторных конфигураций и их чисел. Аппарат формальных степенных рядов.

Содержание практических занятий.

Алгоритмы генерации и подсчета комбинаторных объектов.

Основная литература:

- **Набебин А.А.** Дискретная математика. М.: Научный мир, 2010. 512с.
 - **Набебин А.А.** Сборник заданий по дискретной математике. М.: Научный мир, 2009. 280с.
 - **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
 - **Menezes A., van Oorshot P., Vanstone S.** Handbook of applied cryptography. CRC Press. 1996. 780 p. Internet address: www.cacr.math.uwaterloo.ca/ha
- Дополнительная литература:
- **Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В.** Основы криптографии: Учебное пособие, 2-е изд., испр. и доп. М.: "Гелиос АРВ", 2002. 480с

◆ **Тема 32. Дискретная вероятность.**

Содержание лекционных занятий.

Случайность в программировании. Дискретное пространство элементарных событий. Плотность распределения вероятностей. Равномерное распределение. Вероятность события. Произведение пространств элементарных событий. Последовательность испытаний Бернулли. Произведение событий и его вероятность. Независимые события и условная вероятность. Правило Байеса и теорема о полной вероятности. Дискретные случайные величины. Биномиальное и гипергеометрическое распределение. Математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение и закон больших чисел.

Содержание практических занятий.

Алгоритмы построения датчиков случайных чисел и случайных комбинаторных объектов.

Основная литература:

- **Берлекэмп Э.** Алгебраическая теория кодирования. М.: МИР, 1971. 250с.
 - **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
 - **Питерсон У.** Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1964. 339с.
- Дополнительная литература:
- **Лидл Р., Нидеррайтер Г.** Конечные поля. М.: Мир, 1988. 820 с.
 - **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1986. 384с.

◆ **Тема 33. Рекуррентные уравнения.**

Содержание лекционных занятий.

Рекуррентные уравнения. Линейные рекуррентные уравнения (ЛРУ). Фундаментальная система решений. Общее решение ЛРУ с помощью фундаментальной системы решений. Стационарные ЛРУ (СЛРУ). Характеристический полином и характеристическое уравнение. Общее решение однородного и неоднородного СЛРУ. Частное решение неоднородного СЛРУ с правой частью – квазиполиномом.

Содержание практических занятий.

Решение рекуррентных уравнений.

Основная литература:

- **Берлекэмп Э.** Алгебраическая теория кодирования. М.: МИР, 1971. 250с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.

- Питерсон У. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1964. 339с.
Дополнительная литература:
- Лидл Р., Нидеррайтер Г. Конечные поля. М.: Мир, 1988. 820 с.
- Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1986. 384с.

♦ Тема 34. Аксиоматическое исчисление высказываний и предикатов.

Содержание лекционных занятий.

Теорема дедукции. Теоретико-множественная интерпретация и доказуемость. Разрешимость, непротиворечивость, полнота, независимость аксиом. Непротиворечивость, семантическая полнота и доказуемость исчисления предикатов. Исчисление секвенций. Метод резолюций в логике предикатов и Пролог.

Содержание практических занятий.

Решение задач исчисления высказываний и предикатов метод резолюций.

Основная литература:

- Берлекэмп Э. Алгебраическая теория кодирования. М.: МИР, 1971. 250с.
- Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2001.
- Питерсон У. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1964. 339с.
Дополнительная литература:
- Лидл Р., Нидеррайтер Г. Конечные поля. М.: Мир, 1988. 820 с.
- Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1986. 384с.

8 Образовательные технологии

Для выполнение домашних заданий предусмотрены следующие инструментальные средства:

- Программа WinLogica для построения и анализа комбинационных схем, содержащаяся в архиве [WinLogica.rar](#) – в подразделе «Домашнее задание 1» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор Машины Тьюринга, установочный файл которого содержится в архиве [emt_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор Машины Поста, установочный файл которого содержится в архиве [post_setup.rar](#) [emt_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор алгоритмов Маркова, установочный файл которого содержится в архиве [markov_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор рекурсивных функций, установочный файл которого содержится в архиве [rf_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.

9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

9.1 Тематика заданий текущего контроля

Тематика первого домашнего задания, предлагаемого в первом модуле, - исследование комбинационных схем. В процессе выполнения первого домашнего задания студент должен продемонстрировать владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения, навыки работы с инструментальными средствами при выполнении домашнего задания, умение оформлять отчет по результатам выполнения домашнего задания.

Домашнее задание 1. "Исследование комбинационных схем".

Файлы, содержащие исходные данные для выполнения домашнего задания 1 по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов», содержатся в системе LMS.

Доступ к системе осуществляется по ссылке <http://lms.hse.ru/>

Подраздел «Домашнее задание 1» раздела «Материал» содержит следующие файлы:

[HW1.pdf](#) - инструкции по выполнению домашнего задания (данный файл);

[list.pdf](#) - список студентов с номерами вариантов домашних заданий;

[data.pdf](#) – варианты исходных данных для выполнения домашнего задания;

[WinLogica.rar](#) – архив, содержащий программу WinLogica для построения и анализа комбинационных схем.

Порядок выполнения домашнего задания 1.

1. Постройте таблицу истинности логической функции F

A	0	0	0	0	1	1	1	1
B	0	0	1	1	0	0	1	1
C	0	1	0	1	0	1	0	1
F	X ₇	X ₆	X ₅	X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	X ₀

Вычислите десятичный номер функции по формуле $2^7X_7+2^6X_6+2^5X_5+2^4X_4+2^3X_3+2^2X_2+2^1X_1+2^0X_0$.

Значения функции X₇, X₆, X₅, X₄, X₃, X₂, X₁, X₀ удовлетворяют системе линейных уравнений в поле GF(2), эквивалентной уравнению с десятичными коэффициентами и побитовой операцией сложения по модулю 2, обозначенной знаком +. Уравнение выбирается из файла data.pdf по номеру варианта.

Пункты 2 и 3 домашнего задания выполняются с использованием программы WinLogica. Результаты работы программы сохраняются в файлах с расширениями *.wlgc. Файлы *.wlgc записываются в директорию с именем ☺, где ☺ - трехзначный номер варианта. Эта директория архивируется и выкладывается для проверки в подраздел «Домашнее задание № 1» раздела «Проекты». Сдаваемый архив должен содержать 18 файлов с именами ☺☛.wlgc. Здесь ☺ - трехзначный номер варианта, а ☛ - двузначный номер базиса. Для пункта 2 в качестве ☛ указывается 00. Для пункта 3 номера базисов определяются следующей таблицей

☛	Базис	Подпункты меню Контроль
00		00 – ОБЩИЙ
01	{F ₀₈ }	01 – NOR
02	{F ₁₄ }	02 – NAND
03	{F ₀₂ , F ₀₉ }	03 – 0, IMP
04	{F ₀₀ , F ₁₃ }	04 – 1, COIMP
05	{F ₀₂ , F ₁₃ }	05 – IMP, COIMP
06	{F ₀₆ , F ₁₃ }	06 – XOR, IMP
07	{F ₀₂ , F ₁₂ }	07 – EQV, COIMPL
08	{F ₁₂ , F ₁₃ }	08 – NOT, IMP
09	{F ₀₁ , F ₁₂ }	09 – NOT, COIMP
10	{F ₀₇ , F ₁₂ }	10 – NOT, OR
11	{F ₀₂ , F ₁₅ }	11 – NOT, AND
12	{F ₀₀ , F ₀₁ , F ₀₉ }	12 – 0, EQV, AND
13	{F ₀₀ , F ₀₇ , F ₀₉ }	13 – 1, XOR, OR
14	{F ₀₁ , F ₀₆ , F ₀₉ }	14 – 0, EQV, OR
15	{F ₀₆ , F ₀₇ , F ₀₉ }	15 – 1, XOR, AND
16	{F ₀₁ , F ₀₆ , F ₁₅ }	16 – XOR, EQV, OR
17	{F ₀₆ , F ₀₇ , F ₁₅ }	17 – EQV, XOR, AND

Перед размещением архива в LMS обязательно проверьте корректность созданных Вами схем с помощью программы WinLogica, поочередно загружая файлы ☺☛.wlgc и выбирая подпункты меню «Валидация» -> «Проверка соответствие базиса», соответствующие номеру базиса ☛.

2. Создайте в программе WinLogica схему, реализующую функцию F . Схема должна содержать минимально возможное количество блоков. Сохраните результат в файле $\odot 00.wlgs$. Номер варианта \odot должен быть трехзначным. Загрузите файл $\odot 00.wlgs$. С помощью подпункта меню «Валидация» -> «Проверка соответствие базиса» -> «00 – ОБЩИЙ» проверьте правильность созданной вами схемы.
3. Создайте в программе WinLogica схемы, реализующие функцию F в каждом из семнадцати базисов. Схемы должны содержать минимально возможное количество блоков. Сохраните результаты в файлах $\odot \bullet .wlgs$. Поочередно загружая файлы $\odot \bullet .wlgs$, с помощью подпунктов меню «Валидация» -> «Проверка соответствие базиса», соответствующих символу \bullet , проверьте правильность созданных Вами схем.
4. Вычислите все смешанные производные функции F с помощью таблиц истинности.
5. Получите аналитические выражения для всех смешанных производных функции F в аналитическом виде, исходя из определения производной или пользуясь таблицей производных. Выражения должны содержать минимально возможное количество операций.
6. Вычислите условия переключения сигнала на выходе схемы, реализующей функцию F , при переключении сигналов на каждой паре её входов с помощью таблиц истинности.
7. Получите аналитические выражения условий переключения сигнала на выходе схемы, реализующей функцию F , при переключении сигналов на каждой паре её входов. Формулы должны содержать минимально возможное количество операций.
8. Вычислите условия переключения сигнала на выходе схемы, реализующей функцию F , при переключении сигналов на всех её входах с помощью таблиц истинности.
9. Получите аналитическое выражение условия переключения сигнала на выходе схемы, реализующей функцию F , при переключении сигналов на всех её входах. Формула должна содержать минимально возможное количество операций.
10. Разложите функцию F в ряд Маклорена в базисе $\{1, \text{XOR}, \text{AND}\}$.
11. Разложите функцию F в ряд Тейлора в каждой точке пространства в базисе $\{1, \text{XOR}, \text{AND}\}$.
12. Разложите функцию F в ряд Маклорена в базисе $\{0, \text{EQV}, \text{OR}\}$.
13. Разложите функцию F в ряд Тейлора в каждой точке пространства в базисе $\{0, \text{EQV}, \text{OR}\}$.
14. Определите принадлежность функции F к пяти замкнутым классам критерия Поста. Принадлежность функции к каждому замкнутому классу должна быть доказана.
15. Определите функции двух переменных, которые можно выразить через функцию F . Выразите через функцию F каждую функцию двух переменных или докажите невозможность такой записи.

Отчет по домашнему заданию состоит из двух частей.

1. Архив с именем $\odot .rar$ или $\odot .zip$, содержащий 18 файлов с именами $\odot \bullet .wlgs$, выкладывается для проверки в LMS на главную страницу дисциплины “Информатика, математическая логика и теория алгоритмов” в подраздел «Домашнее задание № 1» раздела «Проекты». Здесь \odot – трехзначный номер варианта, а \bullet – двузначный номер базиса.
2. Пояснительная записка с именем $\odot .doc$, содержащая описание выполненных пунктов домашнего задания (за исключением пунктов 2 и 3), выкладывается для проверки в подраздел «Домашнее задание № 1» раздела «Проекты» и в распечатанном виде сдается преподавателю. Файл Образец оформления ДЗ.pdf, находящийся в подраздел «Домашнее задание 1» раздела «Материал», содержит образец пояснительной записки.

Тематика второго домашнего задания, предлагаемого во втором модуле, - исследование моделей вычислений. В процессе выполнения второго домашнего задания студент

должен продемонстрировать владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения, навыки работы с инструментальными средствами при выполнении домашнего задания, умение оформлять отчет по результатам выполнения домашнего задания.

Домашнее задание 2. "Исследование моделей вычислений".

Файлы, содержащие исходные данные для выполнения домашнего задания 2 по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов», содержатся в системе LMS.

Доступ к системе осуществляется по ссылке <http://lms.hse.ru/>

Подраздел «Домашнее задание 2» раздела «Материал» содержит следующие файлы:

[HW2.pdf](#) - инструкции по выполнению домашнего задания (данный файл);
[list.pdf](#) - список студентов с номерами вариантов домашних заданий;
[data.pdf](#) – варианты исходных данных для выполнения домашнего задания;
[emt_setup.rar](#) – установочный файл Эмулятора Машины Тьюринга;
[post_setup.rar](#) – установочный файл Эмулятора Машины Поста;
[markov_setup.rar](#) – установочный файл Эмулятора алгоритмов Маркова;
[rf_setup.rar](#) – установочный файл Эмулятора рекурсивных функций.

Порядок выполнения домашнего задания 2.

1. Запишите алгоритм вычисления логической функции $F(A,B,C)$, найденной в домашнем задании 1, в форме программы для машины Тьюринга. Алгоритм должен вычислять логическую функцию F над битами целочисленных аргументов A , B и C , заданных в двоичной системе счисления. Один аргумент от другого должен отделяться символом $*$. Таким образом, входное слово для машины Тьюринга должно иметь вид $A*B*C$, где подслова A , B и C записываются в алфавите $\{0,1\}$. Коды чисел, соответствующие аргументам A , B и C в общем случае могут иметь различную длину. Результат побитового применения функции $F(A,B,C)$ должен формироваться на месте исходного слова и иметь длину, равную длине операнда, имеющего максимальное количество двоичных разрядов. Операнды меньшей длины считаются выровненными слева до длины аргумента, записанного максимальным количеством символов, символами 0. Выходное слово не должно содержать никаких других символов, кроме символов алфавита $\{0,1\}$ с помощью которых записан результат побитового применения функции $F(A,B,C)$. Алгоритм считается корректным, если в процессе его работы не образуется пустых символов внутри обрабатываемого слова. Внутри входного слова пустые символы также недопустимы. Если аргумент A , B или C отсутствует, он считается равным нулю. В начале работы алгоритма автомат должен находиться в состоянии, записанном в первой строке программы для машины Тьюринга, и видеть первый, самый левый, символ входного слова.
2. Запишите алгоритм вычисления логической функции $F(A,B,C)$, найденной в домашнем задании 1, в форме программы для машины Поста. Алгоритм должен вычислять логическую функцию F над битами целочисленных аргументов A , B и C , заданных в двоичной системе счисления. Один аргумент от другого должен отделяться символом $*$. Таким образом, входное слово для машины Поста должно иметь вид $A*B*C$, где подслова A , B и C записываются в алфавите $\{0,1\}$. Коды чисел, соответствующие аргументам A , B и C в общем случае могут иметь различную длину. Результат побитового применения функции $F(A,B,C)$ должен формироваться на месте исходного слова и иметь длину, равную длине операнда, имеющего максимальное количество двоичных разрядов. Операнды меньшей длины считаются выровненными слева до длины аргумента, записанного максимальным количеством символов, символами 0. Выходное слово не должно содержать никаких других символов, кроме символов алфавита $\{0,1\}$ с помощью которых записан результат побитового применения функции $F(A,B,C)$. Алгоритм считается корректным, если в процессе его работы не образуется пустых символов внутри обрабатываемого слова. Внутри входного слова пустые символы также недопустимы. Если аргумент A , B или C отсутствует, он считается равным нулю. В

начале работы алгоритма автомат должен находиться в состоянии, записанном в первой строке программы для машины Поста, и видеть первый, самый левый, символ входного слова. Представление символов алфавита, обрабатываемого машиной Поста в виде последовательности помеченных и непомеченных ячеек ленты необходимо выбрать самостоятельно. Выбранная кодировка в обязательном порядке должна быть записана в комментариях программы. Пустой символ при этом должен кодироваться последовательностью непомеченных ячеек ленты. В начальном состоянии автомат машины Поста должен видеть первую самую левую ячейку первого символа входного слова.

3. Запишите алгоритм вычисления логической функции $F(A,B,C)$, найденной в домашнем задании 1, в форме нормального алгоритма Маркова. Алгоритм должен вычислять логическую функцию F над битами целочисленных аргументов A , B и C , заданных в двоичной системе счисления. Один аргумент от другого должен отделяться символом $*$. Таким образом, входное слово для нормального алгоритма Маркова должно иметь вид $A*B*C$, где подслова A , B и C записываются в алфавите $\{0,1\}$. Коды чисел, соответствующие аргументам A , B и C в общем случае могут иметь различную длину. Результат побитового применения функции $F(A,B,C)$ должен формироваться на месте исходного слова и иметь длину, равную длине операнда, имеющего максимальное количество двоичных разрядов. Операнды меньшей длины считаются выровненными слева до длины аргумента, записанного максимальным количеством символов, символами 0 . Выходное слово не должно содержать никаких других символов, кроме символов алфавита $\{0,1\}$ с помощью которых записан результат побитового применения функции $F(A,B,C)$. Если аргумент A , B или C отсутствует, он считается равным нулю.
4. Запишите алгоритм вычисления логической функции $F(A,B,C)$, найденной в домашнем задании 1, в форме частично-рекурсивной функции. Алгоритм должен вычислять логическую функцию F над битами целочисленных аргументов A , B и C , заданных в виде десятичных чисел без знака. Обращение к функции должно иметь вид $F_{\odot}(A,B,C)$, где \odot - номер варианта. Двоичные коды чисел, соответствующие аргументам A , B и C в общем случае могут иметь различную длину. Результат побитового применения функции $F(A,B,C)$ должен выводиться в виде десятичного числа без знака, и иметь длину в двоичной системе счисления, равную длине операнда, имеющего максимальное количество значащих двоичных разрядов. Операнды, имеющие меньшую длину в двоичной системе счисления, считаются выровненными слева до длины максимального аргумента, двоичными символами 0 . Если аргумент равен нулю, то его длина в двоичной системе счисления считается равной единице.

Отчет по домашнему заданию состоит из пяти частей.

1. Файл с именем $\odot.alg$, представляющий собой описание алгоритма для эмулятора машины Тьюринга, выкладывается для проверки в системе LMS в подраздел «Домашнее задание № 2. Машина Тьюринга» раздела «Проекты». Здесь \odot – номер варианта.
2. Файл с именем $\odot.mpst$, представляющий собой описание алгоритма для эмулятора машины Поста, выкладывается для проверки в системе LMS в подраздел «Домашнее задание № 2. Машина Поста» раздела «Проекты». Здесь \odot – номер варианта.
3. Файл с именем $\odot.mrc$, представляющий собой описание алгоритма для эмулятора нормального алгоритма Маркова, выкладывается для проверки в системе LMS в подраздел «Домашнее задание № 2. Нормальный алгоритм Маркова» раздела «Проекты». Здесь \odot – номер варианта.
4. Файл с именем $\odot.rf$, представляющий собой описание алгоритма для эмулятора рекурсивных функций, выкладывается для проверки в системе LMS в подраздел «Домашнее задание № 2. Рекурсивные функции» раздела «Проекты». Здесь \odot – номер варианта.
5. Защита сделанных работ преподавателю в компьютерном классе.

9.2 Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к текущему и итоговому контролю для самопроверки студентов.

1. Сформулируйте законы Аристотеля.
2. Дайте определения равносильных формул, тавтологии, противоречия, выполнимости, опровержимой формулы.
3. Дайте определения предиката и квантора.
4. Сформулируйте законы де Моргана.
5. Приведите примеры изоморфных алгебр.
6. Сформулируйте классический принцип двойственности.
7. Опишите связь между булевой алгеброй и алгеброй Кантора.
8. Сформулируйте законы поглощения.
9. Сформулируйте законы Порецкого.
10. Сформулируйте законы склеивания.
11. Запишите формулы дизъюнктивного и конъюнктивного разложения Шеннона.
12. Запишите в общем виде совершенную дизъюнктивную нормальную форму и совершенную конъюнктивную нормальную форму логической функции трех переменных.
13. Сформулируйте прямое и двойственное определение ортогональности функций.
14. Запишите пары прямых и двойственных разложений Рида.
15. Запишите в общем виде полиномы Жегалкина для логической функции трех переменных.
16. Опишите возможные алгоритмы решения логических и теоретико-множественных уравнений.
17. Опишите возможные алгоритмы для решения систем линейных алгебраических уравнений в поле Галуа $GF(2)$.
18. Дайте определение производной, производной по направлению и смешанной производной логической функции.
19. Запишите таблицу производных булевых функций.
20. Запишите в общем виде формулы для разложения булевой функции в ряд Тейлора и Макларена.
21. Приведите пример реализации триггера на логических элементах.
22. Дайте определения замкнутых классов логических функций. Приведите примеры.
23. Дайте определение полной системы булевых функций в сильном и слабом смысле. Приведите примеры.
24. Дайте определение базиса. Приведите примеры.
25. Сформулируйте теорему Поста.
26. Опишите алгоритм минимизации булевых функций в классе дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм.
27. Опишите алгоритм минимизации частично-определенных функций с использованием карт Карно.
28. Опишите методы минимизаций булевых функций в заданных базисах.
29. Дайте определения автоматов Мили и Мура.
30. Напишите формулу для вычисления транзитивного и рефлексивного замыкания Клини.
31. Дайте определение и укажите способы описания регулярных выражений и регулярных языков.
32. Дайте определение префиксных, суффиксных и инфиксных кодов.
33. Укажите способы задания грамматик.
34. Опишите алгоритм минимизации автомата Мили.
35. Опишите алгоритм минимизации автомата Мура.
36. Приведите схему компьютера, как программно управляемого цифрового автомата.
37. Дайте определение аксиоматической системы.

38. Поясните полноту, непротиворечивость и разрешимость формализованного исчисления высказываний.
39. Приведите примеры независимой системы аксиом.
40. Опишите принцип дедукции.
41. Опишите метод резолюций.
42. Опишите метод Вонга.
43. Опишите натуральное исчисление.
44. Приведите примеры интерпретаций и моделей формальной теории.
45. Опишите синтаксис и семантику языка логики предикатов.
46. Непротиворечивость формализованного исчисления предикатов.
47. Сформулируйте теорему Геделя о неполноте.
48. Дайте определение клаузуальной формы и клаузуальной логики.
49. Дайте определение семантической сети. Приведите примеры.
50. Дайте определение клаузы Хорна и ее интерпретации.
51. Опишите метод резолюций для логики предикатов.
52. Опишите принцип логического программирования.
53. Дайте определение конечнозначной логики. Приведите примеры.
54. Дайте определение нечеткой логики. Приведите примеры.
55. Дайте определение модальной логики. Перечислите типы модальностей.
56. Опишите семантику Крипке.
57. Приведите примеры временных (темпоральных) логик.
58. Опишите алгоритмическую логику Хоара. Приведите примеры ее использования.
59. Опишите область знаний качественной и количественной теории алгоритмов.
60. Дайте определение алгоритма в виде Машины Тьюринга. Приведите примеры.
61. Дайте определение алгоритма в виде Машины Поста.
62. Сформулируйте тезис Тьюринга - основную гипотезу теории алгоритмов в форме Тьюринга.
63. Дайте определение универсальной машины Тьюринга.
64. Дайте определение универсальной машины Поста.
65. Сформулируйте основную гипотезу теории алгоритмов в форме Маркова.
66. Дайте определение универсального алгоритма Маркова.
67. Перечислите базовые рекурсивные функции. Определите операторы суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации.
68. Дайте определение примитивно рекурсивных функций.
69. Дайте определение частично-рекурсивных функций.
70. Сформулируйте тезис Черча.
71. Дайте определение универсальной частично-рекурсивной функции. Опишите способ ее построения.
72. Приведите примеры алгоритмически неразрешимых задач, невычислимых функций.
73. Что понимается под эффективными алгоритмами.
74. Как оцениваются алгоритмы решения задач?
75. Дайте определение полиномиальной эквивалентности.
76. Дайте определение недетерминированному алгоритму.
77. Опишите недетерминированную машину Тьюринга.
78. Дайте определение классов задач P и NP.
79. Что такое NP – полные задачи?

80. Что такое NP – трудные задачи?
81. Опишите квантовый компьютер.
82. Дайте определение квантовых вычислений.
83. Что такое блоковые коды?
84. Что такое префиксные коды?
85. Как формируется кома-код?
86. Где и как применяется код Грея?
87. Дайте определение расстояния Хемминга.
88. Приведите примеры кодов, обнаруживающих ошибки.
89. Приведите примеры коды, исправляющие ошибки.
90. Что такое код Хаффмана?
91. Опишите алгоритмы формирования статических и динамических кодов Хаффмана.
92. Дайте определение информационного объема сообщения.
93. Напишите формулу Хартли. Укажите ее области применимости.
94. Напишите формулу Шеннона. Укажите ее области применимости.
95. Дайте определение позиционной системы счисления с натуральным основанием.
96. Опишите алгоритмы выполнения арифметических операций в позиционных системах счисления.
97. Опишите алгоритмы перевода чисел из одной системы счисления в другую.
98. Дайте определение смешанной системы счисления.
99. Приведите примеры нетрадиционных систем счисления: симметричной и ассиметричной.
100. Дайте определение уравновешенной троичной системы счисления.
101. Дайте определение системы счисления с отрицательным основанием.
102. Укажите правила выполнения арифметических операций в негодвоичной системе счисления.
103. Укажите правила выполнения арифметических операций в фибоначчиевой системе счисления.
104. Укажите правила выполнения арифметических операций в факториальной системе счисления.
105. Укажите правила выполнения арифметических операций в системе счисления остаточных классов.
106. Что регламентирует стандарт IEEE 754-2008?
107. Опишите представление целых положительных, отрицательных и беззнаковых чисел в компьютере.
108. Опишите свойства дополнительного кода.
109. Опишите представление вещественных чисел в компьютере.
110. Опишите форматы для представления вещественных чисел со скрытой единицей.
111. Опишите способы представления текстовой информации в компьютере.
112. Опишите способы представления графической информации в компьютере.
113. Опишите способы представления звуковой информации в компьютере.
114. Перечислите методы сжатия информации.
115. Дайте определение абсолютной и относительной погрешности.
116. Опишите источники погрешности при выполнении арифметических операций в компьютере.
117. Опишите аксиоматическое построение множества действительных чисел.

118. Опишите ошибки, связанные с переводом вещественных чисел из десятичной системы в двоичную систему счисления.
119. Опишите ошибки представления чисел в компьютере.
120. Опишите ошибки округления, сдвига и компенсации при выполнении арифметических операций.

9.3 Примеры заданий промежуточного /итогового контроля

Примеры тестовых заданий первого компьютерного теста.

Тестовое задание 1.

Определите правильные ответы. По номерам выбранных ответов сделайте мышкой соответствующие пометки.

Выражение **не** $(|2X - 3Y - 6| \leq 4)$ **или** $(|3X + 2Y - 4| \leq 5)$ **и** $(4X^2 + Y^2 \leq 16)$

истинно при следующих значениях набора переменных:

- 1) $X = 1, Y = 3$ 2) $X = 1, Y = -3$ 3) $X = 0, Y = 0$ 4) $X = -1, Y = 0$ 5) $X = -1, Y = 1$

Тестовое задание 2.

Определите правильные ответы. По номерам выбранных ответов сделайте мышкой соответствующие пометки.

Тождественно истинными (тавтологиями) являются логические формулы

- 1) $AB \rightarrow (A + (B \equiv C))$
- 2) $(A \equiv C) \rightarrow (C + \overline{A + B})$
- 3) $(B \equiv C) \rightarrow (C + \overline{AB})$
- 4) $\overline{ABC} \rightarrow (A + B)$
- 5) $BC \rightarrow (A + (B \oplus C))$

Тестовое задание 3.

Решите задание, сравните полученный ответ с предложенными ответами и сделайте мышкой соответствующую пометку.

Корень $X = F(A, B)$ логического уравнения

$$\overline{(A + B)(X \oplus AB)} = \overline{B + X} \rightarrow A \text{ равен}$$

- 1) $A \rightarrow B$ 2) $B \rightarrow A$ 3) $\overline{A \rightarrow B}$ 4) $\overline{B \rightarrow A}$ 5) $A \oplus B$

Тестовое задание 4.

Впишите правильный ответ.

Десятичное значение двоичного числа $x_3x_2x_1x_0$, являющегося решением уравнения $7x_3 \oplus 14x_2 \oplus 12x_1 \oplus 15x_0 = 6$, равно ____.

Тестовое задание 5.

Решите задание, сравните полученный ответ с предложенными ответами и сделайте мышкой соответствующую пометку.

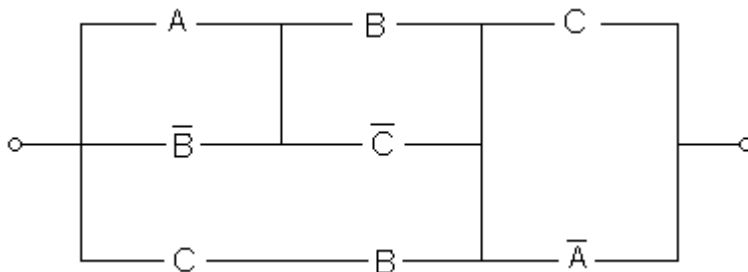
Условие изменения значения логической функции $F(A, B, C) = A(B + C)$ при одновременном изменении аргументов A и B равно

- 1) $(A \oplus B) \rightarrow C$ 2) $\overline{(A \oplus B) \rightarrow C}$ 3) $C(A \oplus B)$ 4) $C \rightarrow (A \oplus B)$ 5) $\overline{C \rightarrow (A \oplus B)}$

Тестовое задание 6.

Решите задание, сравните полученный ответ с предложенными ответами и сделайте мышкой соответствующую пометку.

Структурная формула для переключательной схемы



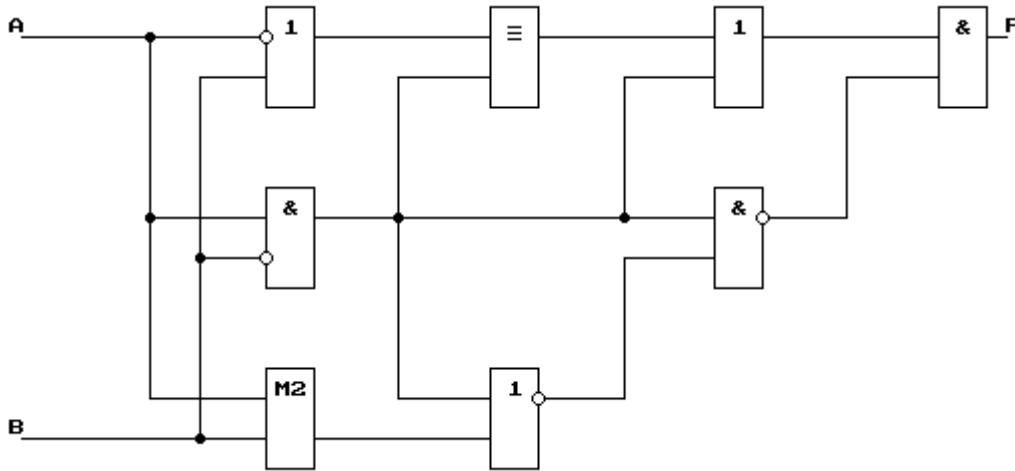
имеет вид

- 1) $(B \rightarrow A)(B \oplus C)$
2) $(A \rightarrow B)(B \equiv C)$
3) $(B \rightarrow A)(B \equiv C)$
4) $(A \rightarrow B)(B \oplus C)$
5) $ABC + \overline{A}(B \oplus C)$

Тестовое задание 7.

Решите задание, сравните полученный ответ с предложенными ответами и сделайте мышкой соответствующую пометку.

Комбинационная схема устройства



реализует логическую функцию F равную

- 1) $A \rightarrow B$ 2) $B \rightarrow A$ 3) $\overline{A \rightarrow B}$ 4) $\overline{B \rightarrow A}$ 5) $A \oplus B$

Тестовое задание 8.

Решите задание, сравните полученный ответ с предложенными ответами и сделайте мышкой соответствующую пометку.

Специализированный компьютер выполняет поразрядные операции над регистрами с именами от A до Z. Машинный язык компьютера содержит следующие команды

Команда	Означает
A?	Ввод данных в регистр A
A!	Вывод данных из регистра A
A*B	Сохранить без изменения единичные разряды регистра A, соответствующие нулевым разрядам регистра B, остальные разряды регистра A инвертировать.

Функция $F(A,B)$, вычисляемая программой

A?B?F*AA*AF*AF*BB*BA*BF*AF!

равна

- 1) AB 2) $A \equiv B$ 3) $\overline{A+B}$ 4) $A+B$ 5) $A \oplus B$

Тестовое задание 9.

Решите задание, сравните полученный ответ с предложенными ответами и сделайте мышкой соответствующую пометку.

Три подразделения A, B и C торговой фирмы стремились получить по итогам года прибыль. Экономисты высказали следующие предположения:

- получение прибыли подразделением B не является необходимым условием для получения прибыли подразделением A;
- получение прибыли хотя бы одним из подразделений B или C не является достаточным для получения прибыли подразделением A;
- подразделения A и B не получают прибыль одновременно.

По завершению года оказалось, что только одно из трех предположений истинно.

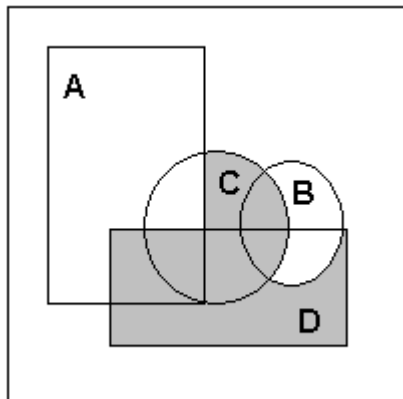
Это означает, что прибыль получили подразделения

- 1) A, C 2) A, B, C 3) A, B 4) B, C 5) C

Тестовое задание 10.

Определите правильные ответы. По номерам выбранных ответов сделайте мышкой соответствующие пометки.

Множество точек выделенной на рисунке области равно



- 1) $(C \cup D) \cap (C \cup \bar{A}) \cap (D \cup \bar{B})$
- 2) $(B \cup C \cup D) \cap (\bar{A} \cup B \cup D) \cap (A \cup \bar{B} \cup C)$
- 3) $(C \cup D) \cap (C \cup \bar{B}) \cap (D \cup \bar{A})$
- 4) $(B \cup C \cup D) \cap (A \cup \bar{B} \cup D) \cap (\bar{A} \cup B \cup C)$
- 5) $(C - A) \cup (D - B)$

Тестовое задание 11.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Десятичный номер логической функции $F(A, B, C)$ по ее таблице истинности

A	0	0	0	0	1	1	1	1
B	0	0	1	1	0	0	1	1
C	0	1	0	1	0	1	0	1
F	x_7	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	x_0

вычисляется по формуле $2^7 \cdot x_7 + 2^6 \cdot x_6 + 2^5 \cdot x_5 + 2^4 \cdot x_4 + 2^3 \cdot x_3 + 2^2 \cdot x_2 + 2^1 \cdot x_1 + 2^0 \cdot x_0$.

Десятичный номер логической функции $F(A, B, C)$, заданной системой уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} F(0,1,0) = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial B} = A \oplus C \\ \frac{\partial F}{\partial(A,C)} = A \equiv C \\ \frac{\partial F}{\partial(B,C)} = B \equiv C \end{array} \right.$$

равен _____.

Тестовое задание 12.

Укажите номера функций, каждая из которых образует базис.

A	B	C	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0	0

Тестовое задание 13.

Впишите правильный ответ.

На моторалли выступало 6 гонщиков – Адамс, Брайт, Вест, Гаррисон, Диттер, Эвертон. Пятью болельщиками были высказаны предположения:

- ◆ Первое место займет Адамс, второе – Диттер
- ◆ Первое место будет за Эвертоном, вторым будет Гаррисон
- ◆ Гаррисон будет на третьем месте, а Брайт – на четвертом
- ◆ Брайт будет пятым, а Адамс – вторым
- ◆ Пятым будет Диттер, четвертым Вест

Известно, что в прогнозе каждого болельщика одно утверждение истинное, а другое ложное. Цифры, соответствующие местам, занятым спортсменами, идущими в алфавитном порядке, образуют целое число равное _____.

Тестовое задание 14.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Десятичный номер логической функции $F(A, B, C)$ по ее таблице истинности

<i>A</i>	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>B</i>	0	0	1	1	0	0	1	1
<i>C</i>	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>F</i>	x_7	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	x_0

вычисляется по формуле $2^7 \cdot x_7 + 2^6 \cdot x_6 + 2^5 \cdot x_5 + 2^4 \cdot x_4 + 2^3 \cdot x_3 + 2^2 \cdot x_2 + 2^1 \cdot x_1 + 2^0 \cdot x_0$.

Логическая функция $F(A, B, C)$ частично задана следующей таблицей истинности

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

Доопределите частично заданную булеву функцию $F(A, B, C)$ до линейной функции.

Вычислите ее десятичный номер.

Тестовое задание 15.

Решите задание, введите с клавиатуры целое число, цифры которого образуют возрастающую последовательность номеров правильных ответов.

Для бинарного отношения ω , заданного матрицей

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

выполняются свойства

- 1) связность $(a \neq b) \Rightarrow (a \omega b) + (b \omega a)$
- 2) рефлексивность $a \omega a$
- 3) антирефлексивность $\overline{a \omega a}$
- 4) симметричность $(a \omega b) \Rightarrow (b \omega a)$
- 5) антисимметричность $(a \omega b) \& (b \omega a) \Rightarrow (a = b)$
- 6) асимметричность $(a \omega b) \Rightarrow \overline{b \omega a}$
- 7) транзитивность $(a \omega b) \& (b \omega c) \Rightarrow (a \omega c)$

Тестовое задание 16.

Решите задание, введите с клавиатуры целое число, цифры которого образуют возрастающую последовательность номеров правильных ответов.

Для группоида $\langle M, * \rangle$, заданного на множестве $M = \{0, 1, 2\}$ таблицей умножения

*	0	1	2
0	0	1	0
1	1	1	0
2	0	0	2

выполняются свойства

- 1) ассоциативность $(a * b) * c = a * (b * c)$
- 2) коммутативность $a * b = b * a$
- 3) идемпотентность $a * a = a$
- 4) левый нейтральный элемент $(\exists e_l \in M)(e_l * a = a)$
- 5) правый нейтральный элемент $(\exists e_r \in M)(a * e_r = a)$
- 6) левый поглощающий элемент $(\exists \infty_l \in M)(\infty_l * a = \infty_l)$
- 7) правый поглощающий элемент $(\exists \infty_r \in M)(a * \infty_r = \infty_r)$
- 8) разрешимость уравнения $a * x = b$
- 9) разрешимость уравнения $x * a = b$

Тестовое задание 17.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Оператор алгоритмического языка BASIC

PRINT (NOT (15 OR 51) EQV 85) IMP (15 AND 51)

выведет число, равное ____.

Тестовое задание 18.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

При выполнении нижеследующего оператора,
написанного на языке BASIC, выведено число 14.

PRINT X XOR (X + X)

Исходное значение целочисленной переменной X равно ____.

Тестовое задание 19.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Десятичный номер логической функции $F(A, B, C)$ по ее таблице истинности

A	0	0	0	0	1	1	1	1
B	0	0	1	1	0	0	1	1
C	0	1	0	1	0	1	0	1
F	x_7	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	x_0

вычисляется по формуле $2^7 \cdot x_7 + 2^6 \cdot x_6 + 2^5 \cdot x_5 + 2^4 \cdot x_4 + 2^3 \cdot x_3 + 2^2 \cdot x_2 + 2^1 \cdot x_1 + 2^0 \cdot x_0$.

Десятичный номер производной $\frac{\partial F}{\partial A}$ от функции F , удовлетворяющей системе уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial(B, C)} = A \Rightarrow (B \oplus C) \\ \frac{\partial F}{\partial(A, B, C)} = (A \oplus B) \circ (A \oplus C) \end{cases}$$

равен ____.

Тестовое задание 20.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

При вычислении кода Грея с помощью оператора,

$G = I \wedge (I \gg 1);$

написанного на языке C#,

целочисленной переменной G присвоено значение 48.

Исходное значение целочисленной переменной I равно ____.

Примеры тестовых заданий второго компьютерного теста.

Тестовое задание 1.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Результат применения машины Тьюринга

alfabet				
			0	1
s	A	- l B	0 r A	1 r A
t	B	- s B	- l B	0 l E
a	C	- s C	0 l C	1 l D
t	D	1 l C	1 l C	0 l E
e	E	0 l D	0 l D	1 l E

к входному слову 1000 равен _____.

Тестовое задание 2.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

В результате работы машины Тьюринга

alfabet				
			0	1
s	A	- l B	0 r A	1 r A
t	B	- s B	1 l B	0 l E
a	C	- s C	0 l C	1 l D
t	D	1 l C	1 l C	0 l E
e	E	0 l D	0 l D	1 l E

получено выходное слово 100111. Входное слово минимальной длины равно _____.

Тестовое задание 3.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Результат применения нормального алгоритма Маркова

```

A0->0A
A1->1A
A->B
0B->B
1B->E0
B!->
0C->C0
1C->D1
C!->
0D->C1
1D->E0
D!->1
0E->D0
1E->E1
E!->10
->A
    
```

к входному слову 1000 равен _____.

Тестовое задание 4.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

В результате работы нормального алгоритма Маркова

```
A0->0A
A1->1A
A->B
0B->B1
1B->E0
B!->
0C->C0
1C->D1
C!->
0D->C1
1D->E0
D!->1
0E->D0
1E->E1
E!->10
->A
```

получено выходное слово 100111. Входное слово минимальной длины равно _____.

Тестовое задание 5.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Значение функции F(19)

```
A=S(N, I[3, 3]);
B=R(I[1, 1], A);
C=S(B, I[1, 1], I[1, 1]);
D=S(B, C, I[1, 1]);
F=S(N, D);
```

равно _____.

Тестовое задание 6.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Если значение функции F(X)

```
A=S(N, I[2, 3]);
B=R(I[1, 1], A);
C=S(B, I[1, 1], I[1, 1]);
D=S(B, C, I[1, 1]);
F=S(N, D);
```

равно 20, то значение аргумента X равно _____.

Тестовое задание 7.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

В результате выполнения программы

```
using System;
class RF
{
    static int F(int X)
    {
        return X==1 ? 0 : X%2==1 ? 2*F((X-1)/2)+1 : 2*F(X/2)+2;
    }
    static void Main()
    {
        Console.WriteLine(F(17));
    }
}
```

будет выведено число, равное _____.

Тестовое задание 8.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

В результате выполнения программы

```
using System;
class RF {
    static string F(int i, int n)
    {
        return i > n ? "" : F(2 * i, n) + i.ToString() + F(2 * i + 1, n);
    }
    static void Main()
    {
        Console.WriteLine(F(1, 9));
    }
}
```

будет выведена строка, равная _____.

Тестовое задание 9.

Определите правильные ответы. По номерам выбранных ответов сделайте мышкой соответствующие пометки.

Функция F

```
using System;
class RF
{
    static string F(string X)
    {
        if (X.Length > 1)
        {
            string T = X.Substring(1);
            switch (X.Substring(0, 1))
            {
                case "0": return T;
                case "1": return F(T) + '0' + F(T);
                default: return F(X);
            }
        }
        else return F(X);
    }
    static void Main()
    {
        Console.Write("X=");
        Console.WriteLine("F(X)=" + F(Console.ReadLine()));
    }
}
```

применима к следующим входным словам

- 1)0111 2)1110 3)1101 4)1021 5)1201

Тестовое задание 10.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Следующая программа выводит результат вычисления функции F

```
using System;
class RF
{
    static string F(string X)
    {
        if (X.Length > 1)
        {
            string T = X.Substring(1);
            switch (X.Substring(0, 1))
            {
                case "0": return T;
                case "1": return F(T) + '0' + F(T);
                default: return F(X);
            }
        }
        else return F(X);
    }
    static void Main()
    {
        Console.Write("X=");
        Console.WriteLine("F(X)=" + F(Console.ReadLine()));
    }
}
```

Строка X, для которой $F(X)=X$, равна ____.

Тестовое задание 11.

Решите задание, сравните полученный ответ с предложенными ответами и сделайте мышкой соответствующую пометку.

Восьмеричное число $0.3(52)_8$ в системе счисления по основанию 16 равно

- 1) $0.7(A)_{16}$ 2) $0.3(A)_{16}$ 3) $0.3(A2)_{16}$ 4) $0.7(5)_{16}$ 5) $0.3(2A)_{16}$

Тестовое задание 12.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Алфавит племени Пиджен состоит из четырех букв. Аборигены закодировали слово DABC с использованием следующей кодовой таблицы:

A	B	C	D
0	1	1	0

и передали его, не сделав промежутков, отделяющих одну букву от другой. Количество способов прочтения переданного слова равно ____.

Тестовое задание 13.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры. Если в ответе получается число в виде дроби, то округлите его до целого числа. Ответом может быть только целое число.

В княжестве Блэквайтия имеются автомобили только черного, серого и белого цвета. Информационный объем сообщения "В аварию попал автомобиль не черного цвета" равен $8 - \log_2 5$ бит. Количество информации, содержащееся в сообщении "В аварию попал серый автомобиль", равно 8 бит. Количество бит информации в сообщении "В аварию попал автомобиль белого цвета" равно ____.

Тестовое задание 14.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры. Для записи цифр превышающих 9 используйте заглавные латинские буквы.

Трехзначное число, записанное в шестнадцатеричной системе счисления, увеличивается вдвое от перестановки первой цифры в конец числа. Максимальное из таких чисел, записанное в системе счисления по основанию 16, равно ____.

Тестовое задание 15.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры. Для записи цифр превышающих 9 используйте заглавные латинские буквы.

Вторая цифра шестнадцатеричного четырехзначного числа равна 5. Первую цифру переставили в конец числа. Полученное число оказалось на 3F1B16 меньше исходного. Исходное число, записанное в системе счисления по основанию 16, равно ____.

Тестовое задание 16.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Наименьшее основание позиционной системы счисления x , при котором $104_x = 555_y$, равно ____.

Тестовое задание 17.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Переменные X, X1, X2, X3 имеют размер – байт, тип – знаковый. В шестнадцатеричной системе счисления $X1=C1_{16}$, $X2=DB_{16}$, $X3=C5_{16}$. Значение выражения $X=(X1-X2)*X3$ в десятичной системе счисления равно ____.

Тестовое задание 18.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры. Если в ответе получается число в виде дроби, то округлите его до целого числа. Ответом может быть только целое число.

Значение переменной A представлено в формате с плавающей точкой в шестнадцатеричной системе счисления $A=C2F20000_{16}$. Тип переменной A – single для языков BASIC и PASCAL. Десятичное значение числа A равно ____.

Тестовое задание 19.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры. При записи числа используйте точку в качестве разделителя целой и дробной частей. Период заключайте в круглые скобки. Для записи цифр больших девяти используйте заглавные латинские буквы. В записи числа указывать основание системы счисления не нужно.

Число $X=121.(123321)$ записано в виде периодической дроби в системе счисления по основанию 5. Здесь в скобках указан период дроби. Число X, записанное в виде периодической дроби в системе счисления по основанию 7, равно ____.

Тестовое задание 20.

Решите задание, введите ответ с клавиатуры.

Число различных наборов значений логических переменных $x_1, x_2, \dots, x_9, x_{10}$, которые удовлетворяют системе логических уравнений

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \cdot x_3 = 1 \\ x_2 + x_3 \cdot x_4 = 1 \\ \dots \\ x_7 + x_8 \cdot x_9 = 1 \\ x_8 + x_9 \cdot x_{10} = 1 \end{cases}$$

равно _____.

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Базовый учебник

- **Андерсон Дж.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2004. – 960 с.

10.2 Основная литература

- **Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н.** Математические основы информатики. М.: Бином, 2007. – 328 с.
- **Гринченков Д.В., Потоцкий С.И.** Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. М.: КНОРУС, 2014. – 206 с.
- **Колмогоров А.Н., Драгалин А.Г.** Математическая логика. Введение в математическую логику. Едиториал УРСС, 2013. – 240.
- **Кузнецов О.П.** Дискретная математика для инженеров. Книга по требованию, 2012. – 410 с.
- **Липский В.** Комбинаторика для программистов. Книга по требованию, 2012. – 200 стр.
- **Набебин А.А.** Дискретная математика. Научный мир, 2010. – 512 с.
- **Новиков Ф.А.** Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2012. – 400 с.
- **Хаггард Г., Шлипф Дж., Уайтсайдс С.** Дискретная математика для программистов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 627 с.
- **Хаггарти Р.** Дискретная математика для программистов. Техносфера, 2012. – 400 с.

10.3 Дополнительная литература

- **Абрамов С.А.** Лекции о сложности алгоритмов. МЦНМО, 2012. – 248 с.
- **Андерсон Дж. А.** Дискретная математика и комбинаторика. М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 960 с.
- **Босс В.** Лекции по математике. Т. 6: Алгоритмы, логика, вычислимость. От Диафанта до Тьюринга и Геделя. Либроком, УРСС, 2012. – 2008 с.
- **Брайант Р., О’Халларон Д.** Компьютерные системы: архитектура и программирование. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Начала теории множеств. МЦНМО, 2012. – 112 с.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Языки и исчисления. МЦНМО, 2012. – 240 с.
- **Верещагин Н.К., Шень А.** Вычислимые функции. МЦНМО, 2012. – 160 с.
- **Гуц А.К.** Математическая логика и теория алгоритмов. Либерком, 2009. – 120 с.
- **Клини С.К.** Введение в метаматематику. М.: Либроком, 2008. – 526 с.
- **Клини С.К.** Математическая логика. М.: ЛКИ, 2008. – 482 с.
- **Лавров И.А.** Математическая логика. М.: Академия, 2006. – 240 с.
- **Лавров И.А., Максимова Л.Л.** Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. М.: Физматлит, 2004. – 256 с.

- Ландо С.К. Введение в дискретную математику. МЦНМО, 2012. – 272 с.
- Локшин А.А., Сагомоян Е.А. Логика и множества. М.: “Вузовская книга”, 2002. – 64 с.
- Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. М.: Наука, Физматлит, 1986. – 392 с.
- Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М.: Либроком, 2010. – 161 с.
- Набебин А.А. Сборник заданий по дискретной математике. Научный мир, 2009. – 280 с.
- Набебин А.А., Кораблин Ю.П. Математическая логика и теория алгоритмов. Научный мир, 2008. – 344 с.
- Непейвода Н.Н. Прикладная логика. – Новосибирск, НГУ, 2000. - 494 с.
- Новиков Ф.А. Дискретная математика. Питер, 2012. – 400 с.
- Романовский И.В. Дискретный анализ. БХВ-Петербург, 2008. – 336 с.
- Смолин Ю.Н. Числовые системы. Флинта, Наука. -2009. – 112 с.
- Черч А. Введение в математическую логику. Том 1. Либроком, 2009. – 482 с.
- Хаггарти Р., Шлифф Дж., Уайтсайдс С. Дискретная математика для программистов. Бином, Лаборатория знаний, 2010. – 632 с.
- Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. Высшая школа, 2012. – 384 с.
- IEEE Std. 754-2008. Standard for Floating-Point Arithmetic. – 58 p.
- Rosen K.H. Discrete Mathematics and Its Applications. – 7th edition. McGraw-Hill, 2012. – 1071 p.

10.4 Программные средства

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие программные средства:

- Программа WinLogica для построения и анализа комбинационных схем, содержащаяся в архиве [WinLogica.rar](#) – в подразделе «Домашнее задание 1» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор Машины Тьюринга, установочный файл которого содержится в архиве [emt_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор Машины Поста, установочный файл которого содержится в архиве [post_setup.rar](#) [emt_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор алгоритмов Маркова, установочный файл которого содержится в архиве [markov_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.
- Эмулятор рекурсивных функций, установочный файл которого содержится в архиве [rf_setup.rar](#) в подразделе «Домашнее задание 2» раздела «Материал» по дисциплине «Информатика, математическая логика и теория алгоритмов» системы LMS.

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для выполнения и защиты домашних заданий, а также проведения тестирования используется сетевая класс IBM совместимых компьютеров.

Авторы программы: _____ Авдошин С.М.
 _____ Набебин А.А.