



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дискретная математика

Кафедра дискретной математики и информатики

Образовательная программа

11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки

Микроэлектроника и твердотельная электроника

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: базовый

Махачкала, 2018 г.

Рабочая программа дисциплины «Дискретная математика» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

11.03.04 - Электроника и наноэлектроника

Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 №218

Разработчик: кафедра дискретной математики и информатики,

Якубов Амучи Загирович, к. ф.-м. наук, доцент.



Рабочая программа дисциплины «Дискретная математика» одобрена:

на заседании кафедры дискретной математики и информатики

от «27» апреля 2018 г., протокол №8.

Зав. кафедрой Магомедов А.М. Магомедов А.М.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «27» июня 2018 г., протокол №6.

Председатель Бейбалаев В.Д. Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«28» 06 2018г.

/ Начальник УМУ Гасангаджиева А.Г. Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина “Дискретная математика” входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 - Электроника и наноэлектроника.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой дискретной математики и информатики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией множеств, алгеброй логики, основами современной теории графов, классическими алгоритмами на графах, спецификой их применения, теорией алгоритмов, сжатием и хранением информации, теорией кодирования.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: ОПК – 1, ОПК – 2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: текущего контроля в форме 2-х контрольных работ в конце каждого модуля и промежуточного контроля в виде зачета в конце семестра.

Объем дисциплины – 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия							СРС	Форма промежуточной аттестации	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР			консультации
		всего	из них							
Лекции			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР					
3	72	34	16	-	18	-	-	38	зачет	

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дискретная математика» являются усвоение студентами понятий, связанных с основами алгебры логики, теории алгоритмов, теории кодирования, современной теории графов и обучение сравнительному анализу алгоритмов, используемых при решении задач на графах. Учебный курс включает в себя обзор основных понятий теории графов, исследование различных типов объектов и подструктур в графах, а также рассмотрение ряда классических задач на графах и сетях, описание алгоритмов их решения, анализ трудоемкости алгоритмов.

К задачам курса относятся:

- ознакомление студентов с фундаментальными понятиями дискретной математики для последующего свободного их использования;
- овладение основными теоретико-графовыми алгоритмами;
- применение графовых моделей к различным областям науки
- расширение инструментария действий с дискретными структурами – методы полного перебора и поиска кратчайших путей, рекурсия и динамическое программирования, поиск в глубину и ширину, потоковые методы в сетях;
- повышение алгоритмической культуры; студент отчетливо должен понимать разницу между NP-полными задачами и задачами, разрешимыми за полиномиальное время;
- изучение комбинаторных конфигураций с достижением двуединой цели – кроме собственно формул, также и умения организации вычислений со сверхбольшими числами;
- понимание математических основ теории кодирования;

Курс призван существенно углубить понимание слушателями, как теоретической базы информатики, так и ее практических методов, а также выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Дискретная математика» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 - Электроника и наноэлектроника и изучается в соответствии с графиком учебного процесса в 3 семестре. Изучение предмета производится в течение одного семестра и заканчивается зачетом.

Дисциплина частично опирается на знания, полученные в 1 и 2 семестрах в процессе изучения Математического анализа, Алгебры, Основ программирования. В свою очередь, на материал данной дисциплины опирается дисциплина «Уравнения математической физики»; знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются, закрепляются и развиваются при проведении учебной практики (6 семестр), производственной практики (8 семестр), выполнении курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
-------------	-------------------------------------	---

ОПК-1	<p>способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;</p>	<p>Знает: об основных понятиях и методах, используемых в современной дискретной математике; основы алгоритмизации, основы оптимального представления входных данных, принципы поиска оптимальных структур, удовлетворяющих тем или иным свойствам</p> <p>Умеет: формулировать прикладные и теоретические задачи на языке дискретной математики, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения;</p> <p>Владеет: навыками постановки наиболее известных задач дискретной математики и эффективными алгоритмами их решения, представления дискретных структур в памяти.</p>
ОПК-2	<p>способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;</p>	<p>Знает: основы оптимального представления входных данных, принципы поиска оптимальных структур, удовлетворяющих тем или иным свойствам</p> <p>Умеет: разработать программную реализацию выбранного алгоритма, произвести отладку программы и интерпретировать результаты ее работы; применять полученные теоретические знания для доказательства различных свойств графов и связанных с ними объектов, формулировать прикладные и теоретические задачи на языке дискретной математики, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения;</p> <p>Владеет: методами нахождения путей, циклов, элементов связности графов; основными алгоритмами решения задач по дискретной математике, навыками постановки наиболее известных задач дискретной математики и эффективными алгоритмами их решения.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов: 16ч. - лекций, 18 ч.- практических занятий, 38 ч. – СРС, зачет.

4.2. Структура дисциплины

Структура и содержание дисциплины «Дискретная математика»

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Комбинаторика, функции алгебры логики									
1	Введение в дискретную математику. Элементы комбинаторики. .	3	1,2	2	2			4	
2	Система исчислений. Двоичная система исчислений. Функции алгебры логики Формулы. Диаграммы Эйлера-Венна.	3	3,4	2	2			4	
3	Полнота и замкнутость. Полиномы Жегалкина. Линейные функции.	3	5-8	4	4			4	
	<i>Итого по 1 модулю</i>	3	1-8	8	8			16	Контрольная работа №1
Модуль 2. Методы и алгоритмы на графах, теория кодирования									
4	Графы. Основные понятия теории графов. Понятие связности графа. Теорема Эйлера.	3	9-10	2	2			2	
5	Кратчайшие пути в графах. Алгоритмы Дейкстры, Флойда.	3	11-12	2	2			4	
6	Потоки в сетях. Задача о макси-	3	13-14	2	2			4	

	мальном потоке.								
7	Оптимальное кодирование. Неравенство Макмиллана. Алгоритм Хаффмана	3	15-17	2	2			6	
	<i>Итого по модулю 2:</i>	3	9-17 8	8	10			22	Контрольная работа №2
	ИТОГО:	72		16	18			38	Зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Лекционный материал и практические задания по дисциплине

Модуль 1. Комбинаторика, функции алгебры логики.

Тема1. Введение в дискретную математику. Элементы комбинаторики

1. Предмет и задачи дискретной математики.
2. Краткая историческая справка.
3. Понятие выборки.
4. Упорядоченные и неупорядоченные выборки. Примеры.
5. Выборки с повторениями и без повторений. Примеры.
6. Формула числа перестановок с повторениями.
7. Формула числа перестановок без повторений.
8. Формула числа сочетаний с повторениями.
9. Формула числа сочетаний без повторений.
10. Бином Ньютона и следствия.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. Сколько всего семизначных телефонных номеров, в каждом из которых ни одна цифра не повторяется?
2. Сколько существует двузначных чисел, в которых цифра десятков и цифра цифра единиц различные и нечетные?
3. Доказать

$$A_{n+k}^{n+2} + A_{n+k}^{n+1} = k^2 A_{n+k}^n$$

4. Сколько всего шестизначных четных чисел можно составить из цифр 1,3,4,5,7 и 9, если в каждом из этих чисел ни одна цифра не повторяется?
5. 12 человек играют в городки. Сколькими способами они могут набрать команду из четырех человек на соревнование?
6. В розыгрыше первенства по футболу принимают участие 16 команд, при этом любые две команды играют между собой только один матч. Сколько всего календарных игр?
7. Вычислить

$$E = C_{25}^{23} - C_{15}^{13} - 3C_{10}^7$$

8. Доказать, что для каждого $b > 1$ и каждого натурального числа $n > 1$ верно *неравенство Бернулли*
9. Найти 13-й член разложения бинома
10. Сколькими способами можно разместить восемь пассажиров в трех вагонах?
11. Буквы азбуки Морзе состоят из символов - точка и тире. Сколько букв получим, если

$$b^{\sqrt[3]{3} + \sqrt{2}}(b-1)$$

потребуем, чтобы каждая буква состояла не более чем из пяти указанных символов?

Тема 2.1. Система исчислений. Двоичная систем. Функции алгебры логики(начало).

1. Понятие системы исчислений. Десятичная система.
Понятие базы системы исчисления. Алфавит записи чисел и вид чисел в системе исчисления по произвольному основанию.
2. Системы исчислений по основанию отличному от десяти; двоичная, восьмеричная, шестнадцатиричная системы исчислений.
Двоичная система исчисления – алфавит $\{0,1\}$, восьмеричная система – алфавит $\{0,1,2,3,4,5,6,7\}$, шестнадцатиричная система - алфавит $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F\}$.
3. Переход из одной системы в другую.
Переход из двоичной системы в десятичную, в восьмеричную и шестнадцатиричную, переход из восьмеричной в двоичную и из шестнадцатиричной в двоичную.
4. Арифметические операции в двоичной системе.
Операции сложения, вычитания, умножения и деления в двоичной системе исчисления.
5. Определение функции алгебры логики. Примеры.
6. Табличные способы задания функций.
Построение таблиц $T(f)$, $\Pi_{k,n-k}$. Определение вектора $\alpha(f)$.
7. Оценка числа булевских функций от фиксированного числа переменных.
Доказательство теоремы: число функций алгебры логики от n переменных равно 2^{2^n}
8. Существенные и фиктивные переменные.
Определение существенной переменной. Определение фиктивной переменной. Вид вектора $\alpha(f)$ при наличии фиктивных переменных.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. Каково число функций алгебры логики от n переменных, принимающих на противоположных наборах одинаковые значения?
2. Найти число функций алгебры логики от n переменных, которые на паре соседних наборах принимают противоположные значения?
3. Каково число функций алгебры логики от n переменных, принимающих значение 1 менее чем на k наборах?
4. Для функции $\alpha(f)=(01100110)$ построить таблицы $T(f)$, $\Pi_{2,1}$, $\Pi_{1,2}$.
5. Для функции $\alpha(f)=(0110011000110001)$ построить таблицы $T(f)$, $\Pi_{2,2}$, $\Pi_{1,3}$.
6. Для функции $\alpha(f)=(1110001010110001)$ построить таблицы $T(f)$, $\Pi_{3,1}$, $\Pi_{1,3}$.
7. Для функции $\alpha(f)=(10100011101001010010011110110001)$ построить таблицы $T(f)$, $\Pi_{3,2}$.
8. Пусть функция такова, что $|N_f| = 2^n(2l-1)$. Каково максимальное возможное число фиктивных переменных у функции?
9. Выяснить от каких переменных функция f зависит существенно:
 - а) $\alpha(f)=(1011100111001010)$;
 - б) $\alpha(f)=(0011110011000011)$;

в) $\alpha(f)=(0111011101110111)$;

г) $\alpha(f)=(0101111100001010)$.

10. Перечислить все функции от двух переменных, существенно зависящие от всех переменных.

Тема 2.2. Функции алгебры логики (продолжение). Формулы. Диаграммы Эйлера-Венна. Тавтология, противоречие.

1. Элементарные функции алгебры логики.
Таблицы элементарных функций. Обозначения.
2. Операция суперпозиции.
Определение операции суперпозиции. Примеры.
3. Понятие формулы. Понятие эквивалентных формул.
4. Принцип двойственности. Определение принципа. Доказательство. Примеры.
5. Теорема о разложении функций алгебры логики от n переменных по k переменным.
Совершенная дизъюнктивная нормальная форма, совершенная конъюнктивная нормальная форма. Доказательство теоремы. Следствия. Примеры построения СДНФ и СКНФ.
6. Диаграммы Эйлера-Венна.
7. Тавтология, противоречие.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. По функциям $f(x_1, x_2)$ и $g(x_1, x_2)$, заданным векторно, построить векторное задание функции h :

1) $\alpha(f)=(0010)$, $\alpha(g)=(1000)$, $h(x_1, x_2, x_3) = f(x_1, x_3) \& g(x_2, x_1)$

2) $\alpha(f)=(0100)$, $\alpha(g)=(1101)$, $h(x_1, x_2) = f(x_1, g(x_2, x_1)) \vee g(x_2, f(x_1, x_1))$

3) $\alpha(f)=(1001)$, $\alpha(g)=(1110)$, $h(x_1, x_2, x_3, x_4) = f(x_1, x_3) + g(x_2, f(x_1, x_4))$

4) $\alpha(f)=(0110)$, $\alpha(g)=(1011)$, $h(x_1, x_2, x_3) = f(g(x_1, x_3), f(x_2, x_1))$

5) $\alpha(f)=(1101)$, $\alpha(g)=(0111)$, $h(x_1, x_2) = f(g(x_1, x_2), x_2) \rightarrow g(x_2, f(x_2, x_1))$

6) $\alpha(f)=(1000)$, $\alpha(g)=(0110)$, $h(x_1, x_2, x_3, x_4) = (f(x_1, f(x_2, x_1))) \vee g(f(x_1, x_2), g(x_1, x_3)) + f(g(x_3, x_4), f(x_2, x_2))$

2. Построив таблицы для соответствующих функций, убедитесь в справедливости следующих эквивалентностей:

1) $x \vee y = (x \rightarrow y) \rightarrow y$;

2) $x \sim y = (x \rightarrow y) \& (y \rightarrow x)$;

3) $x \downarrow y = ((x \mid x) \mid (y \mid y)) \mid ((x \mid x) \mid (y \mid y))$;

4) $x \vee (z \sim y) = (x \vee y) \sim (x \vee z)$.

3. Построив таблицы соответствующих функций, выяснить, эквивалентны ли формулы А и В:

1) $A = (x \rightarrow y) + ((y \rightarrow z) \rightarrow xy)$, $B = yz \rightarrow x$;

2) $A=(x\vee y)\downarrow(x\rightarrow(y\rightarrow z)), B=y\rightarrow(x\vee z);$

3) $A=x\rightarrow((y\rightarrow z)\rightarrow yz), B=(x\vee(y\rightarrow z))(x+y).$

4.Испльзуя определение двойственности булевых функций, выяснить, являются ли функция g двойственной к функции f:

1) $f=x+y; g=x\sim y;$

2) $f=x \mid y; g=x\downarrow y;$

3) $f=x\rightarrow y; g=xy.$

5.Представить в виде СДНФ следующие функции:

1) $f=(01010001);$

2) $f=(01001100011000010);$

3) $f=(100001000001010000).$

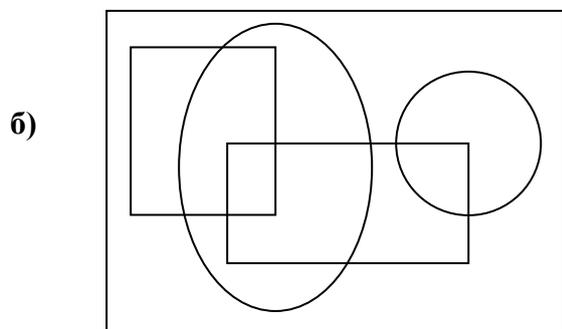
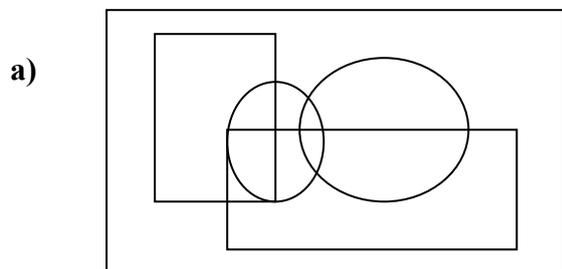
6. Представить в виде СКНФ следующие функции:

4) $f=(11010101);$

5) $f=(01001101011011110);$

6) $f=(111001011101010110).$

7. Представьте заштрихованные области максимально компактными аналитическими выражениями:



Тема 3. Полнота и замкнутость. Полиномы Жегалкина. Линейные функции.

1. Операция замыкания. Определение операции замыкания. Примеры.

2. Полнота, примеры полных систем. Определение полноты. Простейшие примеры полных систем.

3. Представление функций алгебры логики многочленами. Теорема о существовании и единственности представления.
4. Методы построения полинома Жегалкина булевой функции при различных способах ее задания. Метод неопределенных коэффициентов. Теорема о связи таблицы $T(f)$ и вектора коэффициентов полинома Жегалкина.
5. Полиномы Жегалкина элементарных функций.
6. Понятие линейной функции. Замкнутость класса линейных функций. Оценка числа линейных функций от фиксированного числа переменных. Определение линейной функции. Теорема о замкнутости класса линейных функций относительно операции суперпозиции.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. Построить множество всех функций, зависящих от переменных x_1, x_2 и принадлежащих замыканию множества A :

- 1) $A = \{x^{\wedge}\}$;
- 2) $A = \{x_1 + x_2\}$;
- 3) $A = \{x_1 + x_2, x_1 x_2\}$;
- 4) $A = \{x_1 \vee x_2 \vee x_3\}$;
- 5) $A = \{x_1 + x_2 + x_3\}$.

2. Показать, что f принадлежит $[A]$, выразив f формулой над множеством A :

- 1) $f = x^{\wedge}, A = \{0, x \rightarrow y\}$;
- 2) $f = x + y, A = \{x \downarrow y\}$;
- 3) $f = x, A = \{xy\}$;
- 4) $f = x, A = \{x^{\wedge} \vee y^{\wedge}\}$;
- 5) $f = x + y, A = \{xy^{\wedge}, x \vee y^{\wedge}\}$.

3. Методом неопределенных коэффициентов найти полином Жегалкина для следующих функций:

1. $f = (01010001)$;
2. $f = (01101001)$;
3. $f = (10001110)$;
4. $f = (01100110)$;
5. $f = (1000000000000001)$.

4. Преобразуя вектор значений функции f , построить полином Жегалкина:

- 1) $f = (1000)$;
- 2) $f = (01101110)$;
- 3) $f = (10000100)$;
- 4) $f = (0000010001100111)$;
- 5) $f = (1010101010110110)$.

Модуль 2. Теория графов, алгоритмы на графах. Кодирование.

Тема 4. Графы. Основные понятия теории графов. Определение расстояния между вершинами графа.

1. Понятие графа. Задача о кенигсбергских мостах.
2. Геометрическая реализация графа. Теорема о реализации графа в трехмерном пространстве.
3. Определение пути, простого пути, цикла, простого цикла, степени вершины, связности и т.п.
4. Понятие изоморфизма и гомеоморфизма графов.
5. Оценка числа попарно неизоморфных графов с h ребрами.
6. Матрицы инцидентности и смежности.
7. Ориентированные и нагруженные графы.
8. Помечивающий алгоритм определения расстояния между вершинами графа.
9. Модифицированная матрица инцидентности. Теорема об определении расстояния между вершинами графа с использованием модифицированной матрицы инцидентности.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. Изобразить все попарно неизоморфные а) 3-вершинные; б) 4-вершинные графы без петель и кратных ребер.
2. Показать, что для произвольного графа справедливо равенство
$$\sum d(v) = 2 |X|$$
3. Показать, что в любом графе без петель и кратных ребер, содержащем не менее 2 вершин, найдутся 2 вершины с одинаковыми степенями.
4. Построить граф по матрице смежности, построить матрицу инцидентности:

а) 0 1 0 0 0	б) 0 1 0 1 0
1 0 1 0 1	1 0 0 0 1
0 1 0 1 0	0 0 0 1 1
0 0 1 0 1	1 0 1 0 1
0 1 0 1 0	0 1 1 1 0
5. Построить граф по матрице инцидентности, построить матрицу смежности:

а) 0 0 1 0 0 0 1	б) 1 0 1 0 0 0 0
0 1 0 0 1 0 0	0 1 0 0 0 0 1
1 1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 1 0
1 0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 1 0 0
	0 0 0 0 1 1 0
	0 0 1 1 0 0 0
6. Возвести во все степени модифицированные матрицы смежности из задач 4 и 5.
7. Помечивающим алгоритмом определить расстояние между всеми вершинами графа в задаче 5.
8. Привести пример трех связных неизоморфных графов с 6 вершинами.

Тема 5. Понятие связности графа. Теорема Эйлера.

1. Связность, бисвязность, сильная связность.
2. Дерево. Свойства деревьев
3. Эйлеров граф.

4. Критерий существования эйлерова цикла. Теорема Эйлера.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

Найти в заданном графе эйлеров цикл.

Кратчайшие пути в графах. Алгоритмы Дейкстры, Флойда.

1. Кратчайшие пути в графе.
2. Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути в графе.
3. Задача о многополюсной кратчайшей цепи.
4. Алгоритм Флойда.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. Найти кратчайший путь из s в t в заданном взвешенном графе, используя алгоритм Дейкстры.
2. Решить задачу нахождения кратчайших путей между всеми вершинами графа. Воспользоваться алгоритмом Флойда.

Тема 6. Потоки в сетях. Задача о максимальном потоке.

1. Понятие потока в сети.
2. Задача о максимальном потоке.
3. Алгоритм Форда-Фалкерсона.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. Найти максимальный поток в сети с заданными потоковыми ограничениями на дугах.
- 2.

Тема 7. Оптимальное кодирование. Неравенство Макмиллана. Алгоритм Хаффмана.

1. Теория кодирования.
2. Теорема о делимости префиксной схемы.
3. Неравенство Макмиллана.
4. Оптимальное кодирование Хаффмана.
5. Цена кодирования.

Задания для практического занятия и самостоятельной подготовки:

1. Проверить выполнение неравенства Макмиллана для двоично-десятичного кодирования.
2. Проверить выполнение неравенства Макмиллана для алфавитного кодирования
 $a_1 \rightarrow 0$
 $a_2 \rightarrow 100$
 $a_3 \rightarrow 101$
 $a_4 \rightarrow 110$
 $a_5 \rightarrow 1110$
 $a_6 \rightarrow 1111$
3. Найти оптимальный код с помощью алгоритма Хаффмана и найти цену кодирования:
 $a_1 \rightarrow 0,2$

$$a_2 \rightarrow 0,18$$

$$a_3 \rightarrow 0,16$$

$$a_4 \rightarrow 0,12$$

$$a_5 \rightarrow 0,11$$

$$a_6 \rightarrow 0,05$$

5. Образовательные технологии

Для эффективной реализации целей и задач ФГОС, для претворения компетентностного подхода в преподавании дисциплины «Дискретная математика», используются следующие образовательные технологии и методы обучения:

Вид занятия	Технология	Цель	Формы и методы обучения
1	2	3	4
Лекции	Технология проблемного обучения	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности	Мультимедийные лекции-объяснение, лекция-визуализация, с привлечением формы тематической дискуссии, беседы, анализа конкретных ситуаций
Практические занятия	Технология проблемного, модульного, дифференцированного и активного обучения, деловая игра	Развитие творческой и познавательной самостоятельности, обеспечение индивидуального подхода с учетом базовой подготовки. Организация активности студентов, обеспечение лично-деятельного характера усвоения знаний, приобретения навыков, умений.	Индивидуальный темп обучения. Инновационные интерактивные методы в обучении: использование Web-ресурсов для подготовки компьютерных презентаций, использование off-line (электронная почта) для обмена информацией, консультаций с преподавателем, работа с электронными пособиями, возможность самотестирования. Постановка проблемных познавательных задач. Методы активного обучения: «круглый стол», игровое производственное
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации, развитие умений, творческих навыков	Индивидуальные, групповые, интерактивные (в режимах on-line и offline).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение конспектов лекций и рекомендованной литературы.
2. Подготовка к опросу на практических занятиях
3. Решение задач и упражнений
4. Подготовка к коллоквиуму и контрольным работам
5. Поиск материала на интернет-форумах
6. Подготовка к экзамену

6.2. Порядок контроля:

1. опрос на практическом занятии
2. проверка выполнения домашних заданий и контрольных работ
3. Коллоквиумы
4. Экзамен.

Раздел (модуль, тема)	Вид самостоятельной работы - практическое содержание	Контрольные сроки (в нед.) и вид контроля	Уч.-мет. обеспечение (указаны источники из списка основной литературы)
1	2	3	4
Модуль 1. Комбинаторика, функции алгебры логики	Предмет дискретной математики и объекты изучения. Высказывания. Логические парадоксы. Булевы функции. Функции от одной переменной. Некоторые элементарные функции от двух переменных. Число булевых функций от n переменных. Свойства элементарных функций, правила Де-Моргана, поглощения, слияния. Принцип двойственности (доказательство). Формальное правило получения двойственных функций. Теорема о разложении функций по переменным. Следствие о разложении по 1 переменной. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Совершенная конъюнктивная нормальная форма. Теорема о разложении функций по переменным. Функционально полные системы. Теорема Жегалкина. Полиномы Жегалкина. Метод неопределенных коэффициентов. Диаграммы Эйлера-Венна. Тавтология, противоречие.	3 и 6 недели обучения. Проверка теоретических знаний на устном опросе и коллоквиуме. Проверка решенных задач.	[1], с. 19-32 [3],[4]; интернет-сайты: http://ru.wikipedia.org/wiki/Java http://citforum.ru/

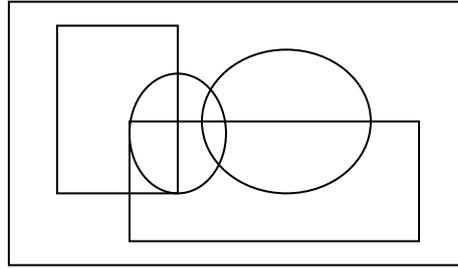
	Методы доказательств в алгебре логики. Элементы комбинаторики. Размещения, перестановки, сочетания.		
Модуль 2. Методы и алгоритмы на графах, теория кодирования	Эйлеров граф. Критерий существования эйлерова цикла (доказательство). Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути в графе. Задача о многополюсной кратчайшей цепи. Алгоритм Флойда. Задача о максимальном потоке. Алгоритм Форда-Фалкерсона. Метод ветвей и границ в задаче о коммивояжере. Эвристические алгоритмы. NP-полнота. Метод динамического программирования в задаче "Разбиение". Деревья. Теорема об остове минимального веса. Алгоритм Краскала. Деревья. Теорема об остове минимального веса. Алгоритм Прима. Гамильтоновы циклы. Метод латинской композиции. Теория кодирования. Теорема о разделимости префиксной схемы. Неравенство Макмиллана. Оптимальное кодирование Хаффмана. Цена кодирования.	10 и 14 недели обучения. Проверка теоретических знаний на устном опросе и коллоквиуме. Проверка выполнения компьютерных программ	[1], [2], [3],[4]; интернет-сайты: http://www.compdoc.ru/ http://www.emanual.ru/ http://kovriguin-guin-eda.ucoz.ru/index/0-4

Задачи для самостоятельного выполнения:

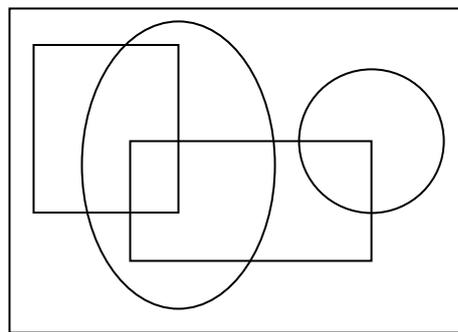
1. Решить задачу разбиения множества $A=\{8,4,2,5,3\}$ на два подмножества с одинаковой суммой весов элементов методом динамического программирования.
1. Найти максимальный поток в сети со следующими потоковыми ограничениями на дугах.
2. Найти кратчайший путь из s в t в заданном взвешенном графе, используя алгоритм Дейкстры.
3. Решить задачу нахождения кратчайших путей между всеми вершинами графа. Воспользоваться алгоритмом Флойда.
4. Методом ветвей и границ найти кратчайший тур в торговом участке коммивояжера, который задан следующей матрицей весов:

∞	25	40	31	27
5	∞	17	30	20
19	1	∞	15	6
6	50	24	∞	9
7	8	22	10	∞

5. Представьте заштрихованные области максимально компактными аналитическими выражениями:



6. Представьте заштрихованные области максимально компактными аналитическими выражениями:



7. Представьте в виде совершенной дизъюнктивной нормальной формы:

$$f(x_1, x_2, x_3) = (01101100)$$

8. Представьте в виде совершенной конъюнктивной нормальной формы:

$$f(x_1, x_2, x_3) = (11001010)$$

9. Методом неопределенных коэффициентов найти полиномы Жегалкина для функций, принимающих следующие значения:

$$f(x_1, x_2, x_3) = (10001110)$$

10. Методом латинской композиции найти гамильтоновы циклы в графе.

11. Построить машину Тьюринга, которая проверяет делится ли заданное на ленте двоичное число на 4.

12. Построить машину Тьюринга, которая удваивает десятичное число на ленте.

13. Построить машину Тьюринга, которая добавляет к натуральному числу на ленте единицу.

14. Система Поста. Исследуйте все способы какими правило

$$s_1 a s_2 b a s_3 a \rightarrow s_2 a b b s_1 \text{ может применяться к цепочке } \mathbf{baababba}.$$

15. Постройте функцию U^* двойственную к функции $U(x_1, x_2) = x_1 x_2 \vee x_1 \bar{x}_2$ воспользовавшись формальным правилом и проверьте результат с помощью таблицы истинности.

16. Проверить выполнение неравенства Макмиллана для двоично-десятичного кодирования.

17. Проверить выполнение неравенства Макмиллана для алфавитного кодирования

$$a_1 \rightarrow 0$$

$$a_2 \rightarrow 100$$

$$a_3 \rightarrow 101$$

$$a_4 \rightarrow 110$$

$$a_5 \rightarrow 1110$$

$$a_6 \rightarrow 1111$$

18. Найти оптимальный код с помощью алгоритма Хаффмана и найти цену кодирования:

$$a_1 \rightarrow 0,2$$

$$a_2 \rightarrow 0,18$$

$$a_3 \rightarrow 0,16$$

$$a_4 \rightarrow 0,12$$

$$a_5 \rightarrow 0,11$$

$$a_6 \rightarrow 0,05$$

19. Найти оптимальный код с помощью алгоритма Хаффмана и найти цену кодирования:

$$a_1 \rightarrow 0,3$$

$$a_2 \rightarrow 0,2$$

$$a_3 \rightarrow 0,18$$

$$a_4 \rightarrow 0,15$$

$$a_5 \rightarrow 0,15$$

$$a_6 \rightarrow 0,01$$

$$a_7 \rightarrow 0,01$$

20. Доказать вычислимость функции $|x-y|$

21. Доказать вычислимость функции $x+y$

22. Построить нормальный алгоритм Маркова вычисляющий для любого натурального числа частное и остаток от деления на 3

23. Найти остов минимального веса с помощью алгоритма Краскала.

24. Найти остов минимального веса с помощью алгоритма Прима.

Текущий контроль:

1. Проверка программ на языке высокого уровня по заданиям;

2. Проверка выполнения домашних заданий;

3. Промежуточная аттестация в форме письменной работы.

Текущий контроль включает, кроме еженедельного опроса и проверки знаний по текущему материалу, ведение электронного журнала посещаемости, проверку выполнения компьютерных программ. Подразумевается непрерывное общение по электронной почте (общение по скайпу не целесообразно, т.к. не позволяет осуществлять доскональную проверку заданий).

Промежуточный контроль проводится в виде письменной работы, рассчитанной на 20-30 минут с обязательным устным собеседованием по результатам предварительной проверки.

Критерии выставления зачета определяются степенью владения материалом и достигнутым уровнем компетентности в решении 10 задач дискретной математики. В исключительных случаях учитываются успехи на всероссийских олимпиадах и конкурсах по номинации данной дисциплины.

Для обеспечения самостоятельной работы используется разработанный на кафедре пакет

заданий и методических указаний, издано учебное пособие с алгоритмами решения базовых заданий по дискретной математике и соответствующими программами на языке Дельфи.

Самостоятельная работа студентов складывается из проработки лекционного материала, материала учебника и соответствующих форумов интернет, решения всех заданий из индивидуальных заданий, решения рекомендуемых задач, подготовки к сдаче промежуточных форма контроля.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1: способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;		<p>Знает: стандартные подходы к представлению дискретных структур и действия с ними с помощью систем компьютерной математики (частично) и с применением средств языков программирования;</p> <p>Умеет: разработать программную реализацию выбранного алгоритма, произвести отладку программы и интерпретировать результаты ее работы; применять полученные теоретические знания для доказательства различных свойств графов и связанных с ними объектов.</p> <p>Владеет: навыками вычисления валентности вершин графа, строить подграфы; определение изоморфизма графов; определение Эйлера и Гамильтонова графа, планарного графа; решение задач о соедине-</p>	<p>Проработка тем модуля 1, устный опрос, выполнение самостоятельных работ модуля 1,</p> <p>Проработка тем для самостоятельной работы,</p> <p>Контрольная работа №1</p>

		нии городов, о назначении на должность.	
ОПК-2: способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;		<p>Знает: основные определения о понятии графов: граф, матрица смежности, подграф, валентность вершин, пути, циклы, связность графа, Эйлеров граф, Гамильтонов граф, изоморфизм, деревья, планарные и направленные графы, проблемы четырех и пяти красок, основные методы и алгоритмы решения задач на графах.</p> <p>Умеет: математически грамотно формулировать условия теорем и доказывать основные теоремы дискретной математики;</p> <p>Владеет: методами нахождения путей, циклов, элементов связности графов; основными алгоритмами решения задач по теории графов.</p>	<p>Проработка тем модуля 2</p> <p>Контрольная работа №2</p> <p>Выполнение самостоятельных работ.</p>

72. Типовые контрольные задания

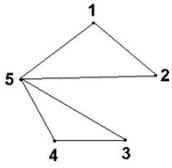
ТЕСТ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Граф задан своей матрицей смежности

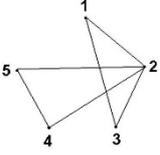
2.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

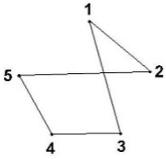
Его геометрическое изображение



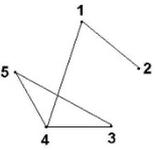
1)



2)

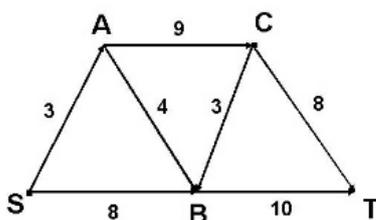


3)



4)

3. Кратчайшим путем между вершинами S и T в графе является

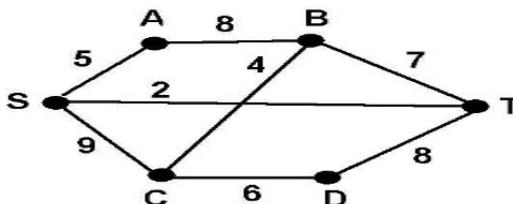


- 1) S-A-B-T
- 2) S-B-T
- 3) S-A-C-T
- 4) S-A-C-B-T

4. Граф, заданный списком ребер $M=\{(1,2), (1,4), (1,5), (1,6), (2,6), (2,4), (2,5), (3,4), (3,5), (3,6), (4,5)\}$

- 1) эйлеров, планарный
- 2) не эйлеров, планарный
- 3) эйлеров, не планарный
- 4) не эйлеров, не планарный

5. Максимальный поток в сети



- 1) 15
- 2) 14
- 3) 16
- 4) 13

6. Петлей называется:

- 1) Дуга, соединяющая три вершины
- 2) Дуга, соединяющая вершину саму с собой
- 3) Ребро, соединяющее две висячие вершины
- 4) Ребро, соединяющее вершину саму с собой

7. Что такое удаление дуги из графа?

- 1) Удаление всех вершин, инцидентных этой дуге, вместе с этой дугой
- 2) Удаление дуги, вершины остаются в графе
- 3) Удаление всех дуг, инцидентных данной дуге
- 4) Удаление всех дуг и вершин, инцидентных данной дуге

8. Что такое эксцентриситет вершины?

- 1) Расстояние от данной вершины до наиболее удаленной от нее
- 2) Расстояние от данной вершины до наиболее близкой от нее
- 3) Наибольшее расстояние между вершинами в графе
- 4) Наименьшее расстояние между вершинами в графе

Вопросы и задания к промежуточному контролю.

1. Предмет дискретной математики и объекты изучения. Высказывания. Логические парадоксы.
2. Булевы функции. Функции от одной переменной. Некоторые элементарные функции от двух переменных. Число булевых функций от n переменных.
3. Свойства элементарных функций, правила Де-Моргана, поглощения, слияния.
4. Принцип двойственности (доказательство). Формальное правило получения двойственных функций.
5. Теорема о разложении функций по переменным. Следствие о разложении по 1 переменной.
6. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
7. Совершенная конъюнктивная нормальная форма.
8. Теорема о разложении функций по переменным. Функционально полные системы.
9. Теорема Жегалкина. Полиномы Жегалкина. Метод неопределенных коэффициентов.
10. Диаграммы Эйлера-Венна. Тавтология, противоречие.
11. Методы доказательств в алгебре логики.
12. Элементы комбинаторики. Размещения, перестановки, сочетания.
13. Определение графа. Представление графа в виде матрицы смежности и инцидентности.
14. Эйлеров граф. Критерий существования эйлера цикла (доказательство).
15. Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути в графе.
16. Задача о многополюсной кратчайшей цепи. Алгоритм Флойда.
17. Задача о максимальном потоке. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
18. Метод ветвей и границ в задаче о коммивояжере.
19. Эвристические алгоритмы. NP-полнота.
20. Метод динамического программирования в задаче “Разбиение”.
21. Деревья. Теорема об остове минимального веса. Алгоритм Краскала.
22. Деревья. Теорема об остове минимального веса. Алгоритм Прима.
23. Гамильтоновы циклы. Метод латинской композиции.
24. Теория кодирования. Теорема о разделимости префиксной схемы.
25. Неравенство Макмиллана.
26. Оптимальное кодирование Хаффмана. Цена кодирования.

Пример экзаменационного билета

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра дискретной математики и информатики.

Экзамен по “Дискретной математике”

Билет № 1

1. Предмет дискретной математики и объекты изучения. Высказывания. Логические парадоксы.
2. Задача о максимальном потоке. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
3. Методом неопределенных коэффициентов найти полиномы Жегалкина для функции, принимающей следующие значения:

$$f(x_1, x_2, x_3) = (10001110)$$

4.Найти оптимальный код с помощью алгоритма Хаффмана и найти цену кодирования:

$a_1 \rightarrow 0,2$

$a_2 \rightarrow 0,18$

$a_3 \rightarrow 0,16$

$a_4 \rightarrow 0,12$

$a_5 \rightarrow 0,11$

$a_6 \rightarrow 0,05$

Билет утвержден на заседании кафедры ДМиИ.

Зав кафедрой ДМИ проф. Магомедов А.М.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Общий результат складывается из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- выполнение текущих практических заданий – 40 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 50 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 50 баллов,
- письменная контрольная работа - 50 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Калитин Д.В. Основы дискретной математики. Теория графов [Электронный ресурс] : практикум / Д.В. Калитин, О.С. Калитина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2017. — 67 с. — 978-5-906846-68-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78551.html>
2. Ильев В.П. Комбинаторные задачи на графах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Ильев. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2013. — 80 с. — 978-7779-1668-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24890.html>
3. Крупский, Владимир Николаевич. Теория алгоритмов : [учеб. пособие для студентов вузов] / Крупский, Владимир Николаевич, В. Е. Плиско. - М. : Академия, 2009. - 205,[3] с. - (Университетский учебник. Серия "Прикладная математика и информатика"/ отв. ред.: Ю.И.Димитриенко). - Допущено НМС по математике МО РФ. - ISBN 978-5-7695-5293-9 : 434-61.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
4. Поздняков, Сергей Николаевич. Дискретная математика : учеб. для вузов / Поздняков, Сергей Николаевич, С. В. Рыбин. - М. : Академия , 2008. - 448 с. - (Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). - Допущено МО РФ. - ISBN 978-5-7695-3105-7 : 430-76.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

5. Кузнецов, Олег Павлович. Дискретная математика для инженера / Кузнецов, Олег Павлович. - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2007. - 395 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-0570-1 : 324-94.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

б) дополнительная литература:

1. Одинец В.П. Избранные главы теории графов [Электронный ресурс] / В.П. Одинец, В.А. Шлензак. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009. — 504 с. — 978-5-93972-748-8. — Режим па: <http://www.iprbookshop.ru/16523.html>
2. Яблонский, Сергей Всеволодович. Введение в дискретную математику : учебник для вузов / Яблонский, Сергей Всеволодович. - Изд. 3-е, стереотип. - М. : Высшая школа, 2001. - 381 с. - ISBN 5-06-003951-X : 52-50.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
3. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов : учебник / Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2011, 2006, 2005, 2004, 2002, 2001. - Допущено МО РФ. - 140-00..
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
4. Гашков, Сергей Борисович. Арифметика. Алгоритмы. Сложность вычислений : учеб. пособие / Гашков, Сергей Борисович, Чубариков, Владимир Николаевич ; под ред. В.А.Садовниченко. - 2-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 2000. - 320 с. - Рекомендовано МО. - ISBN 5-06-003613-8 : 29-90.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

9. Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека лайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [базаданных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор 101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>

9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. <https://www.msu.ru/resources/msu-ws1.html#mm> – доступ к ресурсам мехмата МГУ
13. <https://www.msu.ru/resources/msu-ws1.html#cm> – доступ к ресурсам ВМК МГУ

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- 1) Все основные алгоритмы должны быть реализованы в виде компьютерной программы на одном из языков высокого уровня.
- 2) Выбор структур для представления исходных данных особенно важен в тех случаях, когда в задании имеются требования к оценке сложности алгоритма.
- 3) Самостоятельная работа студентов заключается в решении всех разобранных на занятиях упражнений, материала учебника и соответствующих форумов интернет, решения всех заданий из индивидуальных лабораторных заданий, решения рекомендуемых задач, подготовки к сдаче промежуточных отчетов и зачета, и дополнительной работы в компьютерном классе самостоятельно.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В аудитории должно быть установлено программное обеспечение, включающее операционную систему MS Windows XP (или более поздней версии) и редактор презентаций MS PowerPoint (версии 2002 или более поздней);

Для проведения практических занятий по учебной дисциплине необходима лаборатория на 12 рабочих мест. Каждое рабочее место должно быть оборудовано персональным компьютером.

Кроме того, на отдельных занятиях привлекается специализированное программное обеспечение - система компьютерной математики Mathematica.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Занятия проводятся с применением компьютерных презентаций, поэтому аудитория должна быть укомплектована следующим оборудованием: проектором, настенным экраном или интерактивной доской, портативным персональным компьютером класса «ноутбук» или «нетбук»; на нем должно быть установлено программное обеспечение, включающее операционную систему MS Windows XP (или более поздней версии) и редактор презентаций MS PowerPoint.