

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы дискретной математики

Кафедра дискретной математики и информатики
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки
Информатика и компьютерные науки

Уровень высшего образования **бакалавриат**

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: вариативная (по выбору)

Махачкала, 2017

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы дискретной математики» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии (уровень бакалавриата) от 12 марта 2015 г. № 224.

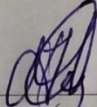
Разработчик: кафедра дискретной математики и информатики,
Магомедов А.М., д.ф.-м.н., профессор
Гитинова З.О.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

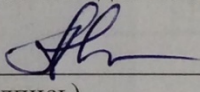
на заседании кафедры дискретной математики и информатики от 6 марта 2017 г.,
протокол № 4.

Зав. кафедрой М.М. Магомедов А.М.
(подпись)

на заседании Методического совета факультета математики и компьютерных наук
10 марта 2017 г., протокол № 4.

Председатель  Меджидов З.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «89» 03 2017 г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина “Дополнительные главы дискретная математика” входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук 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 способствует формированию следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-2, ОПК-3, профессиональных – ПК-6, ПК-7.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: в форме 5-х контрольных работ в конце каждого модуля и итогового экзамена в конце семестра.

Объем дисциплины – 6 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семес тр	Учебные занятия						СРС	Форма промежуточной аттестации
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
3	216	36		80			100	Экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Дополнительные главы дискретной математики 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:

- 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 программирование, 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.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина Дополнительные главы дискретной математики входит вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии и является дисциплиной по выбору. Изучение предмета производится в течение одного семестра и заканчивается экзаменом.

Дисциплина опирается на знания, полученные в 1 семестре в процессе изучения Дискретной математики. В свою очередь, на материал данной дисциплины опирается дисциплина «Прикладная задачи теории графов» (5 семестр); знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются, закрепляются и развиваются при проведении учебной практики (2, 4 и 6 семестры), преддипломной практики, 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-2	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы	Знать: основы алгоритмизации, основы оптимального представления входных данных, принципы поиска оптимальных структур, удовлетворяющих тем или иным свойствам Уметь: формулировать прикладные и

	автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий	теоретические задачи на языке дискретной математики, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения; Владеть: навыками постановки наиболее известных задач дискретной математики и эффективными алгоритмами их решения, представления дискретных структур в памяти.
ОПК-3	способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	Знать: о многообразии задач, возникающих на графах и сетях, основы алгоритмизации, и методы дискретной математики. Уметь: формулировать прикладные и теоретические задачи на языке дискретной математики, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения; Владеть: навыками постановки наиболее известных задач дискретной математики и эффективными алгоритмами их решения.
ПК-6	способность эффективно применять базовые математические знания и информационные технологии при решении проектно-технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных технологий	Знать: о способах классификации и видах графов; о направлениях развития теории графов; о направлениях использования теории графов в приложениях в задачах построения сетей Уметь: проводить анализ и синтез структур систем; формулировать цели исследования и совершенствования функционирования систем; выполнять постановку и формализацию задач оптимизации и принятия решений при исследовании систем; Владеть: методологическими основами формирования изучения графов и их свойств при исследовании и построении систем.
ПК-7	способностью разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, программного обеспечения, сервисов систем информационных технологий, а также методы и механизмы оценки и анализа функционирования средств и	Знать: стандартные подходы к представлению дискретных структур и действия с ними с помощью систем компьютерной математики (частично) и с применением средств языков программирования Уметь: применять рекурсии и рекуррентные формулы, элементы динамического

	систем информационных технологий	программирования и простые приемы поиска оптимальных структур Владеть: начальными навыками разработки алгоритмов и программ, приемами выбора способов представления дискретных структур и их обработки
--	----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4 Объем, структура и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины составляет 6 зачетные единицы, 216 академических часа.

4.2 Структура дисциплины

Структура и содержание дисциплины (модуля) «Дополнительные главы дискретной математики»

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего	Лек	Лаб.	Пр.	Сам.	
	Модуль 1. Введение	3							
	Краткая характеристика основных направлений.	3	1-2	18	4		8	6	
	Теория множеств	3	2-3	18	4		8	6	
	Итого по модулю 1			36	8		16	12	Контрольная работа №1
	Модуль 2. Комбинаторные конфигурации	3							
	Комбинаторные конфигурации: размещения, сочетания, подстановки	3	3-4	14	4		6	4	
	Биномиальные коэффициенты	3	4-5	10	2		4	4	
	Производящие функции	3	5-6	12	2		6	4	
	Итого по модулю 2			36	8		16	12	Контрольная работа №2
	Модуль 3. Элементы сжатия информации и теории кодирования		6-7						

	Алфавитное кодирование	3	7-8	9	2	4	3	
	Алгоритм Хаффмана	3	8-9	9	2	4	3	
	Помехоустойчивое кодирование	3	9-10	9	2	4	3	
	Шифрование	3	10-11	9	2	4	3	
	Итого по модулю 3			36	8	16	12	Контрольная работа №3
	Модуль 4.							
	Алгоритмы и их сложность	3	11	18	3	8	7	
	Потоки в сетях	3	12-13	18	3	8	7	
	Итого по модулю 4			36	6	16	14	Контрольная работа №4
	Модуль 5.							
	Матроиды	3	14	18	3	8	7	
	Кодирование	3	15	18	3	8	7	
	Итого по модулю 5			36	6	16	14	Контрольная работа №5
	Модуль 6: Подготовка к экзамену + экз.	3		36			36	экзамен
	ВСЕГО			216	36	80	100	

4.3 Содержание дисциплины, структурированное по темам. Лекции и практические занятия.

4.3.1 Лекции

Модуль 1. Введение в дискретную математику

Тема 1. Краткая характеристика основных направлений дискретной математики. Формулировка задач, соответствующих направлениям.

Тема 2. Теория множеств: Способы задания множеств. Парадоксы теории множеств. Множество Кантора. Подмножество всех множеств (булеан). Генерация всех подмножеств универсума. Алгоритм построения бинарного кода Грея. Вопросы составления программы на языке высокого уровня. Матроиды.

Модуль 2. Комбинаторные конфигурации

Тема 1. Два языка представления конфигураций. Размещения, разные типы размещений.

Перестановки. Сочетания. Организация вычислений.

Тема 2. Биномиальные коэффициенты: Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Треугольник Паскаля. Примеры применений. Вопросы составления программы.

Тема 3. Производящие функции: Суть производящих функций. Метод неопределенных коэффициентов. Вывод общего члена последовательности Фибоначчи.

Модуль 3. Элементы сжатия информации и теории кодирования

Тема 1. Алгоритм Хаффмана. Описание алгоритма Хаффмана. Верификация алгоритма Хаффмана.

Тема 2. Теория кодирования. Префикс и постфикс. Таблица кодов. Префиксные коды. Основные принципы помехоустойчивого кодирования. Кодирование с исправлением ошибок. Классификация ошибок. Код Хэмминга. Криптография и криптостойкость. Шифрование с помощью случайных чисел. Шифрование открытым ключом. Понятие цифровой подписи. Математические проблемы

Модуль 4.

Тема 1. Алгоритмы и их сложность. Понятие сложности алгоритмов.

Поиск по графу. Быстрая сортировка. Идея динамического программирования на примере распределительной задачи и обратной к ней. Задача о кратчайшем пути. Метод ветвей и границ на примере задачи коммивояжера.

Тема 2. Потоки в сетях.

Сети и потоки в них. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе. Алгоритмы для нахождения максимального потока. Использование сетевых моделей для нахождения связности графов. Теорема Менгера и теорема Уитни. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе как задача о максимальном потоке. Теоремы Кёнига и Дилворта. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

Модуль 5.

Тема 1. Матроиды.

Примеры матроидов. Матричные матроиды. Графические матроиды. Матроиды разбиений. Матроид Фано. Матроид трансверселей. Жадный алгоритм. Теорема Радо-Эдмондса.

Тема 2. Кодирование.

Задачи и понятия теории кодирования. Проверка однозначности кодирования. Префиксные коды. Коды с минимальной избыточностью. Самокорректирующиеся коды..

4.3.2 Практические занятия

Модуль 1. Введение в дискретную математику

Тема 1. Опрос: основные прикладные задачи, мотивировавшие возникновение и развитие основных направлений дискретной математики. Формулировка задач, соответствующих направлениям.

Решить на практических занятиях: 3 задачи о переливаниях, 1 задача о фальшивой монете среди 12, 3 задачи о перевозках (ревнивые мужья, людоеды), задача о рукопожатиях, задачи о кратчайших путях (правило 6 рукопожатий и задача о кратчайшем пути между двумя множествами городов) и длиннейших путях; принципиальное различие между этими двумя типами задач.

Тема 2. Теория множеств. Опрос: Три способа задания множеств. Парадоксы теории множеств. Множество Кантора. Подмножество всех множеств (булеан). Генерация всех подмножеств универсума. Алгоритм построения бинарного кода Грея.

Составить программы: двоичное представление натурального и целого отрицательного числа, перебор двоичных представлений чисел $0, 1, \dots, 2^n-1$, перебор всех подмножеств универсума, алгоритм и программа кода Грея; [1],

решить упражнения 1.1-1.9 на с. 49-50.

Модуль 2. Комбинаторные конфигурации

Тема 1. Комбинаторные задачи. Опрос: два языка представления конфигураций, размещения, разные типы размещений, перестановки. сочетания. Организация вычислений.

Составить программы: вычисление размещений с допуском повторений; размещения без повторений, вероятность выпадений на двух костях заданной суммы баллов, перебор перестановок чисел $1, \dots, n$, вычисление сочетаний;

решить задачи: [1], упр. 1-15 на с. 428-431.

Тема 2. Биномиальные коэффициенты. Опрос: Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Треугольник Паскаля. Примеры применений. Вопросы составления программы.

Составить программы: построение треугольника Паскаля, вычисление бинома для различных показателей степени.

Решить задачи: [1], упр. 1-26 на с. 462-463.

Тема 3. Производящие функции. Опрос: определение и примеры производящих функций, метод неопределенных коэффициентов, пример вывода общего члена последовательности Фибоначчи, области применения чисел Фибоначчи.

Составить программы: вычисление чисел Фибоначчи двумя способами: по рекуррентным формулам и без, с применением рекурсии, используя длинную арифметику.

Решить задачи: [1], упр. 5.1 -5.7 на с.157-158.

Модуль 3. Элементы сжатия информации и теории кодирования

Тема 1. Алгоритм Хаффмана. Опрос: история алгоритма, ASCII-кодирование, кодирование с коэффициентами повторения символов, описание алгоритма Хаффмана, верификация алгоритма Хаффмана, достоинства и недостатки алгоритма.

Составить программы: графическое построение дерева Хаффмана, способы задания частот символа, программа построения таблицы частот, программа кодирования, программа декодирования шифра Хаффмана.

Решить: [1], упражнения на реализацию алгоритма 6.2 на с. 170.

Тема 2. Теория кодирования. Опрос: Понятия префикса и постфикса. Таблица кодов. Префиксные коды. Основные принципы помехоустойчивого кодирования. Кодирование с исправлением ошибок. Классификация ошибок. Код Хэмминга. Криптография и криптостойкость. Шифрование с помощью случайных чисел. Шифрование открытым ключом. Понятие цифровой подписи. Связь с проблемой NP-полноты.

Составить программы: генерация кода методом XOR и декодирование, программа декодирования в условиях известного редактора подготовки исходного текста при передаче кода по открытому каналу связи, программа шифрования открытым ключом (генерация открытого и закрытого ключа).

Решить задачи: [1], упр. 6.1-6.5 на с. 188, [3], упр. 1-14 на с. 449, упр. 1-7 на с. 451

Модуль 4.

Тема 1. Алгоритмы и их сложность. Понятие сложности алгоритмов.

Поиск по графу. Быстрая сортировка. Идея динамического программирования на примере распределительной задачи и обратной к ней. Задача о кратчайшем пути. Метод ветвей и границ на примере задачи коммивояжера.

Тема 2. Потоки в сетях.

Сети и потоки в них. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе. Алгоритмы для нахождения максимального потока. Использование сетевых моделей для нахождения связности графов. Теорема Менгера и теорема Уитни. Задача о наибольшем паросочетании в двудольном графе как задача о максимальном потоке. Теоремы Кёнига и Дилворта. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

Модуль 5.

Тема 1. Матроиды.

Примеры матроидов. Матричные матроиды. Графические матроиды. Матроиды разбиений. Матроид Фано. Матроид трансверсалей. Жадный алгоритм. Теорема Радо-Эдмондса.

Тема 2. Кодирование.

Задачи и понятия теории кодирования. Проверка однозначности кодирования. Префиксные коды. Коды с минимальной избыточностью. Самокорректирующиеся коды.

5. Образовательные технологии

5.1. Процесс изложения учебного материала сопровождается систематическими (на каждом занятии) компьютерными презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного оборудования.

5.2. Предусмотрено регулярное общение и консультации с представителями российских и зарубежных компаний (из числа выпускников кафедры) по электронной почте и по скайпу.

5.3. **Отличительные элементы используемых образовательных технологий:** в обеспечении преподавания дисциплины используется ряд компьютерных программ, разработанных специально для обеспечения курса и получивших свидетельства о регистрации в Роспатенте.

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

5. Поиск материала на интернет-форумах

6. Подготовка к экзамену

6.2. Порядок контроля: 1. опрос на практическом занятии, 2. проверка выполнения домашних заданий, 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)
1.1	Задачи из прикладных областей, приводящие к вопросам дискретной математики == Алгоритмы + программирование игр и головоломок	1 (проверка решения задач)	Пособие Ж.Арсак. «Программирование игр и головоломок»
1.2	Теория множеств == Представление множеств в памяти, алгоритм Грея и применения	2-3 (устный опрос)	[1], с. 19-32
2.1	Комбинаторика == Размещения, сочетания, перестановки	4 (письменный опрос) Коллоквиум	[1], с. 134-142
2.2	Биномиальные коэффициенты== Бином Ньютона. Треугольник Паскаля, применение, вывод формул биномиальных коэффициентов	5-6 (проверка программ по домашним заданиям)	[1], с.144-147
3.1	Кодирование с минимальной избыточностью == Алгоритм Хаффмана Контекст применения, оптимальность, построение двоичного дерева, алгоритм дешифрования	9-10 (проверка выполнения компьютерных программ)	[1], с. 165-171
3.2	Шифрование == Функция кодирования, шифрование открытым ключом, подпись	11-13 (коллоквиум)	[1], с. 180-188

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 2030 минут.

Итоговый контроль проводится в виде письменной работы с обязательным устным собеседованием по результатам предварительной проверки.

Критерии выставления оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» определяются степенью владения материалом и достигнутым уровнем компетентности в решении 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.

Примеры заданий для самостоятельной работы.

Примечание. Каждое задание содержит тест из 5 пунктов и одну задачу. Для автоматизации проверки тестовой части создана программа (верные ответы выделены знаком

«минус»). Студент получает задание с положительными номерами вопросов.

Вариант А1

Группа: Фамилия, имя, отчество:

Занесите в таблицу номера верных ответов:

1	2	3	4	5

-2) Количество мостов в задаче о кёнигсбергских мостах равно 1) двум, 2) семи, 3) единице 4) там вовсе нет мостов, одна вода.

-4) Если $M = \{1, 2, 3\}$, то мощность булеана равна 1) 2, 2) 3, 3) 0, 4) 8, 5) 9

-4) Выберите верное утверждение: 1) суть алгоритма Грея заключается в построении матроида, 2) в организации какого-либо перебора всех подмножеств, 3) представлении множеств в памяти, 4) все предыдущие ответы неверны.

-4) В определении матроида 1) сформулированы четыре аксиомы, 2) во второй аксиоме рассматриваются два подмножества A и B с равными мощностями, 3) участвует понятие функции, 4) все предыдущие утверждения неверны.

-3) Выберите исправление следующего утверждения: «Для генерации всех подмножеств n -элементного множества достаточно вывести все числа от 0 до 2^n »:

1) от 1 до 2^n 2) от 0 до 2^n , 3) выводить нужно двоичные представления чисел от 0 до $2^n - 1$;

4) выводить следует троичные представления всех натуральных чисел.

Задача. Пусть имеются три кувшина ёмкости 3, 5 и 8 литров. Первые два – полные, а

8-литровый – пустой. Придумайте, как путём переливаний выделить 4 литра.

Вариант А2 Группа:

Фамилия, имя, отчество:

Занесите в таблицу номера верных ответов:

1	2	3	4	5

2) 22432

-2) Выберите верное утверждение: 1) парадокс Рассела не связан с множествами, 2) в множество всех подмножеств универсума включается и пустое множество, 3) автор задачи о кёнигсбергских мостах был англичанином, 4) задача о колодцах и домах имеет решение.

-2) Если $M = \{0, 1, 2, 3\}$, то мощность булеана равна 1) 15, 2) 16, 3) 0, 4) 8, 5) 4

-4) Выберите верное утверждение: 1) в алгоритме Грея строится подмножество с наибольшим весом, 2) генерируется любое непустое подмножество, 3) каждое очередное подмножество отличается от предыдущего первым элементом, 4) в начале все элементы некоторого вектора обнуляются.

-3) Выберите верное утверждение о трансверсали заданного семейства множеств $\{S_i\}$: 1) Из каждого множества семейства в трансверсаль входит не более двух элементов, 2) из семейства в трансверсаль входят ровно два множества, 3) из каждого множества семейства в трансверсаль входит в точности один элемент, 4) частичная трансверсаль и трансверсаль – это одно и то же.

-2) Выберите исправление следующего утверждения: «Для генерации всех подмножеств n -элементного множества достаточно вывести все числа от 1 до 2^n »:

1) выводить двоичные представления чисел от 0 до 2^n 2) двоичные представления чисел от 0 до $2^n - 1$, 3) число $2^n - 1$ в двоичной системе, 4) среди предыдущих ответов нет верных.

Задача. Пусть имеются три кувшина ёмкости 3, 5 и 8 литров. Первые два – полные, а 8-литровый – пустой. Придумайте, как путём переливаний выделить 4 литра.

Вариант А3 Группа:

Фамилия, имя, отчество:

Занесите в таблицу номера верных ответов:

1	2	3	4	5

3) 32231

-3) В задаче о колодцах количество домов равно 1) единице, 2) нулю, 3) трём, 4) бесконечности.

-2) Если $M = \{a_1, a_2\}$, то мощность булеана равна 1) a_1 , 2) 4, 3) 0, 4) 8, 5) $\{a_1, a_2\}$

-2) Выберите верное утверждение: 1) в алгоритме Грея решается некоторая задача с весовой функцией, 2) каждое очередное подмножество отличается от предыдущего одним элементом, 3) порядок генерации подмножеств не играет роли, 4) среди предыдущих ответов нет верного.

-3) Выберите верное утверждение: 1) если $M = (E, \mathcal{E})$ образует матроид, то жадный алгоритм не приводит к верному решению, 2) если $M = (E, \mathcal{E})$ не образует матроид, то жадное решение не приводит к верному решению, 3) оба предыдущих утверждения не точны.

-1) Если $M = \{1, 2, 3, 4\}$, то мощность булеана равна 1) 16, 2) 4, 3) 30, 4) 256, 5) 0

Задача. Перед вами шахматная доска, из которой вырезаны две крайние клетки одной диагонали. Предложите способ разрезания доски на прямоугольники, каждый из которых состоит из двух клеток с общей границей (если такой способ существует).

Вариант А4 Группа:

Фамилия, имя, отчество:

Занесите в таблицу номера верных ответов:

1	2	3	4	5

4) 15312

-1) Универсум – это 1) некоторое множество, 2) отношение, 3) функция, 4) матроид. -5) Возникновению (или развитию) дискретной математики не способствовали 1) комбинаторные головоломки, 2) задачи кодирования, 3) проблемы компьютерной техники, 4) программирование, 5) аксиомы планиметрии.

-3) В алгоритме Грея 1) $q(i)$ – количество двоек в разложении числа i , 2) $q(6) = 3$, 3) $q(1) = 1$, 4) $q(i)$ – количество сомножителей в разложении i на простые множители.

-1) Выберите верное утверждение: 1) если $M=(E, \mathcal{E})$ образует матроид, то выполняются три аксиомы $M1, M2, M3$, 2) если $M=(E, \mathcal{E})$ не образует матроид, то жадное решение не может приводить к верному решению, 3) оба предыдущих ответа не точны.

-2) Выберите исправление следующего утверждения: «Если U – универсум, то его подмножество A можно представить 1) битовым вектором C , где $C[i] = 1$, если i -ый элемент U принадлежит A , в противном случае значение $C[i]$ безразлично»:

1) нет, в противном случае $C[i]$ не существует; 2) в противном случае $C[i]$ равно нулю; 3) у универсума не бывает подмножеств, 4) подмножество представляется его элементами, а не битовым вектором.

Задача. Даны девять монет, из которых восемь – стандартного веса, а одна – фальшивая и отличается от остальных по весу. Укажите наименьшее число взвешиваний, за которое можно определить фальшивую.

Вариант А5 Группа:

Фамилия, имя, отчество:

Занесите в таблицу номера верных ответов:

1	2	3	4	5

5) 31341

-3) В алгоритме Грея 1) $q(i)$ – количество двоек в разложении числа i , 2) $q(6) = 3$, 3) $q(1) = 1$, 4) $q(i)$ – количество сомножителей в разложении i на простые множители.

-1) Выберите верное утверждение: 1) если $M=(E, \mathcal{E})$ образует матроид, то выполняются три аксиомы $M1, M2, M3$, 2) если $M=(E, \mathcal{E})$ не образует матроид, то жадное решение не может приводить к верному решению, 3) оба предыдущих ответа не точны.

-3) Указать, какие элементы принадлежат множеству, нельзя 1) перечислением элементом, 2) порождающей процедурой, 3) операциями сложения, 4) характеристической процедурой.

-4) Для переборного решения проблемы установления связей (в задаче о фирме частных детективов и 100 коммерсантах) современному компьютеру потребуется 1) около минуты, 2) около месяца, 3) около 10 лет, 4) компьютер раньше сгорит, чем решит ее. -1) Если $M=\{1, 2, 3, 4\}$, то мощность булеана равна 1) 16, 2) 4, 3) 30, 4) 256, 5) 0

Задача. На берегу 6 человек, из которых трое – людоеды, и лодка, вмещающая двоих людей. Если на каком-либо берегу людоедов больше, чем цивилизованных граждан, граждане будут съедены. Опишите бескровную переправу, если все трое цивилизованных граждан умеют управлять лодкой, а из людоедов – лишь один.

Вариант А6 Группа:

Фамилия, имя, отчество:

Занесите в таблицу номера верных ответов:

1	2	3	4	5

6) 31522

-3) В алгоритме Грея 1) $q(i)$ – количество двоек в разложении числа i , 2) $q(6) = 3$, 3) $q(1) = 1$, 4) $q(i)$ – количество сомножителей в разложении i на простые множители.

-1) Выберите верное утверждение: 1) если $M=(E, \mathcal{E})$ образует матроид, то выполняются три аксиомы $M1, M2, M3$, 2) если $M=(E, \mathcal{E})$ не образует матроид, то жадное решение не может приводить к верному решению, 3) оба предыдущих ответа не точны. -5) Возникновению (или развитию) дискретной математики не способствовали 1) комбинаторные головоломки, 2) задачи кодирования, 3) проблемы компьютерной техники, 4) программирование, 5) аксиомы планиметрии.

-2) Если $M=\{b1, b2, b3\}$, то мощность булеана равна 1) $b2$, 2) 8, 3) 16, 4) 256, 5) 0

-2) Выберите исправление следующего утверждения: «Если U – универсум, то его подмножество A можно представить битовым вектором C , где $C[i] = 1$, если i -ый элемент U принадлежит A , в противном случае значение $C[i]$ безразлично»:

1) нет, в противном случае $C[i]$ не существует; 2) в противном случае $C[i]$ равно нулю; 3) у универсума не бывает подмножеств, 4) подмножество представляется его элементами, а не битовым вектором.

Задача. На одном берегу три супружеские пары и одна лодка, вмещающая лишь двоих. Опишите план переправы, если ни один муж не согласен, чтобы без него супруга хоть на мгновение находилась в обществе, где имеются не только женщины.

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.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-2	<p>Знать: основы алгоритмизации, основы оптимального представления входных данных, принципы поиска оптимальных структур, удовлетворяющих тем или иным свойствам</p> <p>Уметь: формулировать прикладные и теоретические задачи на языке дискретной математики, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения;</p> <p>Владеть: навыками постановки наиболее известных задач дискретной математики и эффективными алгоритмами их решения, представления дискретных структур в памяти.</p>	Лекции и практические занятия. Выполнение самостоятельных работ
ОПК-3	<p>Знать: о многообразии задач, возникающих на графах и сетях, основы алгоритмизации, и методы дискретной математики.</p> <p>Уметь: формулировать прикладные и теоретические задачи на языке дискретной математики, осуществлять подбор эффективных алгоритмов для их решения;</p> <p>Владеть: навыками постановки наиболее известных задач дискретной математики и эффективными алгоритмами их решения.</p>	Выполнение практических заданий, устный опрос
ПК-6	<p>Знать: о способах классификации и видах графов; о направлениях развития теории графов; о направлениях использования теории графов в приложениях в задачах построения сетей</p> <p>Уметь: проводить анализ и синтез структур систем; формулировать цели исследования и совершенствования функционирования систем; выполнять постановку и формализацию задач оптимизации и принятия решений при исследовании систем;</p> <p>Владеть: методологическими основами формирования изучения графов и их свойств при исследовании и построении систем.</p>	Выполнение практических заданий, устный опрос
ПК-7	<p>Знать: стандартные подходы к представлению дискретных структур и действия с ними с помощью систем компьютерной математики (частично) и с применением средств языков программирования</p> <p>Уметь: применять рекурсии и рекуррентные формулы, элементы динамического программирования и простые приемы поиска оптимальных структур</p> <p>Владеть: начальными навыками разработки алгоритмов и программ, приемами выбора способов представления дискретных структур и их обработки</p>	Выполнение практических заданий, устный опрос

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Составление программ реализации алгоритмов дискретной математики	Для простых алгоритмов (например, для алгоритма Грея)	Для алгоритмов средней сложности (например, для алгоритма Хаффмана)	Для сложных алгоритмов (например, для алгоритмов шифрования открытым ключом)

ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Разработка алгоритмов динамического программирования и их воплощение средствами языков программирования	Для простых задач	Для задач средней трудности	Для всех задач из лекционного курса, относящихся к динамическому программированию

ПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью эффективно применять базовые математические знания и информационные технологии при решении проектно-

технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных технологий»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Исследование нестандартных функций и построение их графиков	Указать, в каких задачах дискретной математики применяются эти знания	Продемонстрировать на конкретном примере (например, при вычислении самой экономичной системы)	Выполнить исследование методами м.анализа и СКМ

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, программного обеспечения, сервисов систем информационных технологий, а также методы и механизмы оценки и анализа функционирования средств и систем информационных технологий»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Разделы СКМ «комбинаторика» и «графики»	Разрозненные примеры	Комплексные примеры	Применение для решения задач д.математики

7.3. Типовые контрольные задания

(Указываются темы эссе, рефератов, курсовых работ и др. Приводятся примерные тестовые задания, контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.)

7.3.1. Темы рефератов и курсовых работ:

Множества в математике и в языках программирования

Базовые методы дискретной математики в олимпиадах по программированию

Роль познаний по дискретной математике при прохождении собеседования в ведущие компьютерные компании мира: лаборатория Касперского, Microsoft, Apple, Twitter, Google.

Числа Фибоначчи. Мистика и реалии.

Рекурсия и рекуррентные формулы.

Прикладные аспекты теории графов.

Методы теории графов в оптимизации расписаний.

Интервальные раскраски.

Комбинаторные аналоги задач теории графов.
Вычислительная сложность и криптостойкость.
Шифрование открытым ключом. Электронная
подпись.

7.3.2. Примерные упражнения и задания к практическим занятиям и для самопроверки

Практическое занятие

1. Задача о переправе.

На одном берегу реки располагаются волк, коза, капуста, лодка и перевозчик. Лодка может вмещать, кроме перевозчика, ещё лишь один объект. Опишите алгоритм перевозки, чтобы все перебрались в целости (если перевозчик оставит козу наедине с волком, то ее съедят, если капусту с козой – тоже)

2. Дополнительно. Найдите наименьшее количество перевозок, за которое можно осуществить переправу.

3. Задача о ревнивых мужьях.

На одном берегу три супружеские пары и одна лодка, вмещающая лишь двоих. Опишите план переправы, если ни один муж не согласен, чтобы без него супруга хоть на мгновение находилась в обществе, где имеются не только женщины.

4. Задача о людоедах. На берегу 6 человек, из которых трое – людоеды, и лодка, вмещающая двоих людей. Если на каком-либо берегу людоедов больше, чем цивилизованных граждан, граждане будут съедены. Организуйте переправу без акта каннибальства.

5. Пусть имеются три кувшина ёмкости 3, 5 и 8 литров. Первые два – полные, а 8-литровый – пустой. Придумайте, как путём переливаний выделить 4 литра.

6. Пусть имеются три кувшина ёмкости a , b , c литров. Первые два кувшина полные, а последний пуст. Для заданного значения d напишите программу, которая проверяет, можно ли путём переливаний выделить d литров. Если можно, выводит схему переливаний.

7. Задача о взвешиваниях. Среди 12 монет одна фальшивая, она отличается от остальных по весу. 3 взвешиваниями требуется определить фальшивую монету.

Практическое занятие

Описательное определение множества в Delphi. Перечислить основные ограничения.

Привести объявления множеств в Delphi. Начальные присвоения.

Конструктор, основные операции над множествами.

Как выполнить ввод-вывод элементов множества?

Три способа задания множеств.

Нарисовать диаграммы для объединения, пересечения, разности, симметрической разности, дополнения.

Определите, являются ли числа 2^{32} , $2^{32} + 1$, $3^{35} + 2$ простыми?

Виды отображений: инъекция, сюръекция, биекция.

Докажите, что мощности множества натуральных чисел и множества целых чисел равны.

Указание: пронумеровать 0, -1, 1, -2, 2,

Докажите, что мощности множества рациональных чисел и множества целых чисел равны.

Указание. Пронумеровать по спирали:

1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, -- несократимые дроби с числителем 1, $\frac{2}{1}$,

$\frac{2}{3}$, $\frac{2}{5}$,

$\frac{3}{1}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{5}$,

Докажите, что мощности $(-1,1)$ и $(-\infty, \infty)$ равны.

Докажите, что мощность множества бесконечных последовательностей из 0 и 1 равна мощности точек интервала $(0; 1)$. Какое множество носит имя Кантора?

Практические занятия Что такое универсум?

Дайте определение булеана и поясните на примерах.

Сформулируйте и докажите теорему о мощности булеана.

В чем смысл представления подмножества универсума битовой шкалой (правило)?

Алгоритм генерации всех подмножеств n -элементного множества. Сформулируйте.

Алгоритм генерации всех подмножеств n -элементного множества. Напишите программу (на Дельфи).

Алгоритм построения бинарного кода Грея.

- Как ставится задача? – Формулировка алгоритма. - Обоснование.

Решение примера.

Дополнительно: написание программы.

Представление множества списками. Как представляется список в Pascal? в Дельфи (самостоятельно)? Как можно удалить элемент из списка, добавить (схема)?

Для заданного целого положительного числа n вывести его двоичное представление.

Алгоритм генерации всех подмножеств n -элементного множества. Исходные данные – буквы, перечисленные во входном файле. Выходные: построчно вывести в другой файл все подмножества.

Программа выполнения алгоритма Грея (для $n=3$, $n=4$, $n=5$). Действия со списками в Дельфи.

7.3.3. Примеры вариантов к текущему контролю

Вариант 1 Код Хэмминга		Вариант 2 На конкретном примере изложите способ шифрования с использования датчика случайных чисел.
Вариант 3		Вариант 4
Изложите алгоритм шифрования открытым ключом.		На примере кодирования сообщения ВВВВССВВААА изложите алгоритм Хаффмана
Вариант 5 На примере кодирования сообщения АВСССДДДД изложите алгоритм Хаффмана		Вариант 6 Сформулируйте, какова цель применения алгоритма Хаффмана.

7.3.4. Перечень вопросов к промежуточному (по частям) и итоговому контролю

1. Краткая характеристика основных направлений дискретной математики.
2. Формулировка задач, соответствующих направлениям.
3. Способы задания множеств. Парадоксы теории множеств.
4. Множество Кантора

5. Подмножество всех множеств (булеан).
6. Генерация всех подмножеств универсума.
7. Алгоритм построения бинарного кода Грея.
8. Матроиды.
9. Размещения.
10. Перестановки.
11. Сочетания.
12. Бином Ньютона.
13. Свойства биномиальных коэффициентов.
14. Треугольник Паскаля.
15. Производящие функции. Метод неопределенных коэффициентов.
16. Производящие функции. Вывод общего члена последовательности Фибоначчи.
17. Префикс и постфикс. Таблица кодов. Префиксные коды.
18. Описание алгоритма Хаффмана.
19. Верификация алгоритма Хаффмана.
20. Основные принципы помехоустойчивого кодирования.
21. Кодирование с исправлением ошибок. Классификация ошибок.
22. Код Хэмминга.
23. Криптография и криптостойкость.
24. Шифрование с помощью случайных чисел.
25. Шифрование открытым ключом.
26. Понятие цифровой подписи. Математические проблемы.

Примерное содержание экзаменационного билета

1. Формула общего члена последовательности Фибоначчи. Вывод с применением производящей функции. Вычислительные аспекты.
2. Вывести все подмножества множества $\{1,2,3,4\}$ в такой последовательности, чтобы соседние подмножества отличались точно одним элементом.
Указание: используйте алгоритм Грея.

7.4. 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:

- выполнение текущих лабораторных заданий – 50 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, рекомендуемых для освоения дисциплины

Основная:

1. Ф.А. Новиков. Дискретная математика для программистов. – СПб.: Питер, 2007. – 304 с.

Примечание: предоставляется электронный вариант.

2. Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. Задачи и упражнения по дискретной математике. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.

Примечание: предоставляется электронный вариант.

3. Шевелев Ю.П. Дискретная математика. Учебное пособие. – СПб.: Издательство Лань, 2008.

Дополнительная:

4. М.Гэри, Д.Джонсон. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – М.: Мир, 1982. – 416 с.

Примечание: предоставляется электронный вариант.

5. Д. Кнут. Искусство программирования для ЭВМ. -- М.: Мир, 1977. 6. Х. Пападимитриу, К.Стайглиц. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – М.: Мир, 1985. -- 512 с.

Примечание: предоставляется электронный вариант.

7. Ф. Харари. Теория графов. – М.: Мир, 2006. – 300 с.

Примечание: предоставляется электронный вариант старого издания.

8. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Основание информатики: Пер. англ. — М.: Мир, 1998. – 703 с.

Примечание: предоставляется электронный вариант.

9. Магомедов А.М. Основы программирования для математиков. Часть 1. – Махачкала: «Радуга-1», 2014 г.

10. Магомедов А.М. Практика программирования. – Махачкала: «Радуга-1», 2013 г.

Примечание. Кафедра предоставляет в пользование видеоуроки по дискретной математике.

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

<http://kovrigueda.ucoz.ru/index/0-4>

www.dvo.sut.ru/libr/himath/w163rabk/9.htm

<http://window.edu.ru/window/catalog?> <http://window.edu.ru/window/catalog?>

<http://www.twirpx.com/files/mathematics/dmath/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- 1) Выполнение заданий по дискретной математике требует (дополнительно к изучению теоретического материала и получению математического решения) реализации алгоритмов с применением языка высокого уровня. Рекомендуемые языки: Delphi, C#.
- 2) Выбор структур для представления исходных данных особенно важен в тех случаях, когда в задании имеются требования к оценке сложности алгоритма.
- 3) Рекомендуется скопировать на кафедре видеоуроки, предлагаемые лектором.
- 4) Студенты отделения Фиит, изучающие дискретную математику, регулярно приглашаются на встречи с выпускниками кафедры. Рекомендуется посещать эти мероприятия, т.к. информация о практической востребованности знаний по дискретной математике в задачах по программированию усиливает мотивацию к освоению дисциплины.
- 5) Рекомендуется принимать участие в интернет-олимпиадах. Большинство заданий по программированию подразумевает уверенное владение базовыми алгоритмами: полный перебор и элиминация полного перебора, рекурсия и рекуррентные формулы, различные методы поиска в графах (кратчайшие пути, поиск вширь и в глубину), потоковые и комбинаторные методы и др.

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

Пакет видеолекций Московского физико-технического института (гос.университет), лектор Фуругян М.Г.

Видео-презентации (по последовательности Фиббоначчи, по алгоритму Диффи – Хеллмана и др.).

Электронные учебные пособия (Магомедов А.М.).

Системы компьютерной математики (Mathematica, MathCad, MathLab, Maple), предпочтение отдается Mathematica.

10 прикладных программ, разработанных на кафедре дискретной математики и информатики и зарегистрированных в гос.реестре Роспатента.

Нестандартные элементы в структуре привлекаемых информационных технологий: ряд компьютерных программ, созданных лектором для методического обеспечения преподавания данной дисциплины, получили свидетельства о регистрации в реестре Госпатента.

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

На каждой лекции используется стационарное мультимедийное презентационное оборудование (ауд. 3-73). Часть лекций предоставляется студенту в электронном формате. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с современным аппаратным и программным обеспечением. При выполнении лабораторных заданий студенту предоставляется право выбора одного из двух языков программирования из поддерживаемых MS Visual Studio. На сайте кафедры размещаются учебные пособия и презентации к лекции.