

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 (ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
 по образовательной деятельности



А.А.Панфилов

« 03 » 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА»**

Направление подготовки 01.03 02 «Прикладная математика и информатика»  
 Профиль/программа подготовки \_\_\_\_\_  
 Уровень высшего образования бакалавриат  
 Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	7/252	36	36	36	99	экзамен (45 часов)
Итого	7/252	36	36	36	99	экзамен (45 часов)

Владимир 2018

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- **формирование** у студентов математической культуры и развитие логического мышления;
- **формирование** фундаментальных знаний при изучении вопросов теоретико-множественного описания математических объектов, основных проблем теории графов и методологии использования аппарата математической логики, составляющих теоретический фундамент описания функциональных систем
- **обучение составлению** математических моделей и основным методам решения задач теории графов, алгебры логики, теории бинарных отношений и теории множеств;
- **обучение решению** прикладных задач математическими методами, развитию способности творчески подходить к решению профессиональных задач..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Дискретная математика» относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». Для успешного изучения данной дисциплины студент должен владеть обязательным минимумом содержания основной образовательной программы по математике для данного направления (математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры). Знать основы математического анализа, алгебры, геометрии, современные тенденции развития информатики, вычислительной техники и компьютерных технологий. Уметь применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач, программировать на одном из алгоритмических языков, проводить сравнительный анализ параметров. Владеть элементами математического анализа и основами алгоритмизации.

Дисциплина формирует знания и навыки, необходимые в практической деятельности квалифицированного специалиста. В рамках учебного процесса может быть использована при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Дискретная математика» направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Название компетенции	Индекс
<b>Общекультурные компетенции (ОК)</b>		
1.	способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	ОПК-1
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
1.	способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.	ПК-2

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные понятия и законы теории множеств; способы задания множеств и способы оперирования с ними;
- свойства отношений между элементами дискретных множеств и систем;
- методологию использования аппарата математической логики и способы проверки истинности утверждений;
- алгоритмы приведения булевых функций к нормальной форме и построения минимальных форм;

- методы построения по булевой функции многополюсных контактных и функциональных схем;
- методы исследования системы булевых функций на полноту, замкнутость и нахождение базиса;
- основные понятия и законы комбинаторики и комбинаторных схем;
- основные понятия и свойства графов и способы их представления;
- методы исследования компонент связности графа, алгоритмы определения кратчайших путей между вершинами графа;
- методы исследования путей и циклов в графах, нахождение максимального потока в транспортных сетях;
- методы решения оптимизационных задач на графах.
- приемы программирования для персональных ЭВМ (IBM – совместимых компьютерах)

**Уметь:**

- исследовать булевы функции, получать их представление в виде формул;
- производить построение минимальных форм булевых функций;
- определять полноту и базис системы булевых функций;
- применять основные алгоритмы исследования неориентированных и ориентированных графов;
- пользоваться законами комбинаторики для решения прикладных задач;
- решать задачи определения максимального потока в сетях;
- решать задачи определения кратчайших путей в нагруженных графах;
- разработать и отладить программу на алгоритмическом языке C++ для реализации алгоритмов дискретной математики.

**Владеть:**

- навыками решения математических задач дискретной математики;
- навыками использования в профессиональной деятельности базовые знания в области дискретной математики;
- методами анализа и синтеза изучаемых явлений и процессов;
- обладать способностью к применению на практике, в том числе умением составлять математические модели типовых профессиональных задач и находить способы их решений; интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата;

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1	Множества и отображения	4	1-2	4	4	4		12		5/42%	
2	Отношения	4	3-5	6	6	8		12		8/40%	
3	Алгебра логики	4	6 - 10	10	10	8		19		14/50%	рейтинг-контроль № 1
4	Элементы комбинаторного анализа	4	11-12	4	4	4		18		5/42%	рейтинг-контроль № 2
5	Теория графов	4	13-16	8	8	8		20		12/50%	
6	Элементы теории кодирования	4	17-18	4	4	4		18		5/42%	рейтинг-контроль № 3
<b>Всего</b>		<b>4</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>99</b>		<b>49/45%</b>	<b>экзамен (45 часов)</b>

### Содержание разделов учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Множества и отображения	1.1. Понятие множества, способы задания множеств. Подмножества. Сравнение множеств. 1.2. Операции над множествами. Диаграммы Эйлера-Венна. Мощность множеств. Декартово произведение множеств
2	Отношения	2.1. Понятие отношения. Бинарные отношения и способы их задания. Операции над бинарными отношениями. Обратные отношения. Композиция бинарных 2.2. Матрица бинарных отношений. Свойства бинарных отношений: рефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность. 2.3. Отношения эквивалентности. Классы эквивалентности и их свойства. Фактор-множество. Система различных представителей. Отношения порядка. Упорядоченные, линейно-упорядоченные и частично-упорядоченные множества.
3	Алгебра логики	3.1. Алгебра высказываний. Понятие о высказывании. Операции над высказываниями. Формулы алгебры высказываний. Равносильность в алгебре высказываний. Булева алгебра. 3.2. Двойственность в алгебре высказываний. Принцип двойственности и закон двойственности. Нормальные формы алгебры высказываний. ДНФ и КНФ. Разложение функций алгебры логики по $k$ переменным. СДНФ и СКНФ. 3.3. Суперпозиция функций алгебры логики. Полные системы функций. Понятие базиса. Полином Жегалкина. 3.4. Замкнутые классы функций. Линейные функции. Монотонные функции. Теорема о монотонных функциях. Самодвойственные функции. Функции, сохраняющие константы 0, 1. Теорема Поста о функциональной полноте. 3.5. Р-К схемы и схемы из функциональных элементов. Задача синтеза, задача анализа и задача упрощения РКС. Одноразрядный и многоразрядный двоичный сумматор.
4	Элементы комбинаторного анализа	4.1. Классификация комбинаторных задач и характеристика их основных типов. Основные правила комбинаторики. Основные комбинаторные конфигурации: размещения, сочетания, перестановки. Разбиения. Метод включений и исключений. 4.2. Бином Ньютона, биномиальные коэффициенты, треугольник Паскаля. Метод включений и исключений.
5	Теория графов	5.1. Основные определения: граф, частичный граф, подграф. Способы задания. Степени вершин. Теорема Эйлера о сумме степеней. Путь, простой путь, цепь, контур, цикл. Связность, сильная связность. 5.2. Планарные графы. Теорема о том, что $K_5$ и $K_{3,3}$ непланарны. Теорема Понтрягина-Куратовского (без доказательства). Критерий планарности. Раскраска графа. Хроматическое число графа. 5.3. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Необходимые и достаточные условия. Задача поиска гамильтонова цикла в графе. Двудольные графы. 5.4. Осто́вы графа. Наименьший остов. Свойства деревьев. Дискретные экстремальные задачи. Алгоритм нахождения минимального основного дерева. Алгоритм Дейкстры

		нахождения дерева кратчайших расстояний. Алгоритм Флойда нахождения матрицы кратчайших расстояний.
6	Элементы теории кодирования	6.1. Кодирование как способ представления информации. Кодирование и декодирование. Алфавитное кодирование. Достаточный признак взаимной однозначности алфавитного кодирования 6.2. Оптимальное кодирование. Помехоустойчивое кодирование. Кодирование с исправлением ошибок. Классификация ошибок. Возможность исправления ошибок

### Содержание лабораторных работ

1. Моделирование операции «пересечение» для двух числовых множеств.
2. Моделирование основных операций для двух числовых множеств.
3. Построение матрицы бинарных отношений.
4. Генерация размещений.
5. Вычисление числа сочетаний.
6. Построение таблицы истинности.
7. Построение СДНФ и СКНФ.
8. Исследование системы функций на полноту.
9. Нахождение остова минимального веса по алгоритму Прима-Краскала.
10. Нахождение кратчайших маршрутов по алгоритму Форда-Беллмана.
11. Нахождение кратчайших маршрутов по алгоритму Дейкстры.
12. Нахождение эйлера цикла в неориентированном графе.

### Содержание практических занятий

1. Операции над множествами. Диаграммы Эйлера-Венна. Упрощение выражений над множествами с использованием основных тождеств алгебры множеств.
2. Операции над нечеткими множествами и их свойства. Определение расстояний между нечеткими множествами.
3. Декартово произведение множеств. Бинарные отношения. Запись бинарных отношений с помощью специальной математической символики. Определение свойств бинарных отношений и их принадлежности к специальным типам бинарных отношений.
4. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями. Композиции нечетких отношений. Определение свойств нечетких отношений и их принадлежности к специальным нечетким отношениям.
5. Правила суммы и произведения. Принцип включения и исключения. Размещения и перестановки. Сочетания. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов.
6. Операции над высказываниями. Формулы алгебры высказываний. Таблицы истинности. Эквивалентность формул. Основные эквивалентности. Принцип двойственности. Равносильные преобразования формул.
7. Табличное и аналитическое задание булевых функций. Реализация функций формулами. Представление функций СДНФ и СКНФ. Важнейшие замкнутые классы булевых функций. Полином Жегалкина. Функциональная полнота. Проверка полноты. Критерий Поста функциональной полноты.
9. Основные понятия теории графов. Типы графов. Подграфы. Матричное представление графов. Операции над графами. Построение графовых моделей электрических и коммутационных схем.
10. Метрические характеристики графа. Определение центра, радиуса, диаметра, медианы графа. Решение минимаксных задач размещения.
11. Достижимость и связность. Определение компонент связности неорграфов и сильных компонент оргграфов.

12. Деревья: основные понятия. Построение остовных деревьев графа с использованием поиска в глубину и ширину. Алгоритмы Краскала и Прима построения кратчайшего остова взвешенного графа. Задачи определения кратчайших остовов в топологическом проектировании.

13. Построение матриц фундаментальных циклов и разрезов графа..

14. Обходы графа. Определение эйлеровых и гамильтоновых циклов графа и использование данных задач в приложениях. Решение задачи коммивояжера и его прикладное значение.

15. Алгоритмы раскраски графа. Решение прикладных задач, сводящихся к задаче о раскраске.

16. Определение кратчайших путей в графах. Решение задач на использование алгоритмов Дейкстры, Форда и Флойда.

17. Алгоритм Форда-Фалкерсона определения максимального потока в транспортной сети.

18. Оптимальное кодирование. Помехоустойчивое кодирование. Кодирование с исправлением ошибок. Классификация ошибок.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**При проведении лекционных занятий** применяется классический подход преподнесения учебного материала, предполагающий проблемную постановку задач и переход к рассмотрению методов их решения.

*Рекомендуется:* Использование мультимедийных презентаций по ряду тем во время лекций. Презентация позволяет хорошо иллюстрировать лекцию, демонстрировать поведение функций, визуализировать метод построения поверхностей и т.д. В течение лекции преподаватель постоянно ведет диалог со студентами, задавая и отвечая на вопросы.

**При проведении лабораторного практикума** необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ. Поэтому при проведении лабораторного занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).

2. Проверить планы выполнения лабораторных работ, подготовленный студентом дома (с оценкой).

3. Оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка).

4. Проверить и выставить оценку за отчет.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

**При организации внеаудиторной самостоятельной работы** по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы;

- подготовка мультимедийных презентаций;

- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это - решение задач; подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет;

- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы;

подготовка докладов исследовательского характера для выступления на научной студенческой конференции.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### а) вопросы рейтинг-контроля:

На рейтинг-контроль студентам предлагаются задачи по пройденным темам.

Варианты заданий:

#### рейтинг-контроль № 1.

1. Даны множества  $A = \{1, 3, 5, 7\}$  и  $B = \{2, 3, 4, 7, 8\}$ . Найти  $A \cup B, A \cap B, A \setminus B, B \setminus A, A \Delta B$ .

2. Для множества  $B$  задания 1 найти все его подмножества.

3. Доказать равенства:

$$(A \Delta B) \Delta C = A \Delta (B \Delta C), (A \setminus (B \cap C)) = (A \setminus B) \cup (A \setminus C).$$

Нарисовать диаграммы Вьенна, интерпретирующие доказанные равенства.

4. Имеется материя 5 различных цветов. Сколько различных трехполосных флагов можно создать?

5. Имеется 12 различных дискет. Сколько способов заполнения коробки для дискет с 6-ю отсеками, если в коробку мы укладываем а) 6 дискет из имеющихся, б) 4 дискеты из имеющихся? (расположение дискет в коробке существенно).

6. Даны множества  $A = \{2, 3, 4, 6\}$  и  $B = \{1, 2, 4, 7, 8\}$ . Найти  $A \cup B, A \cap B, A \setminus B, B \setminus A, A \Delta B$ .

7. Для множества  $B$  задания 6 найти все его подмножества.

8. Доказать равенства:

$$(A \cap B) \Delta (A \cap C) = A \cap (B \Delta C), A \setminus (A \setminus B) = A \cap B.$$

Нарисовать диаграммы Вьенна, интерпретирующие доказанные равенства.

#### рейтинг-котроль № 2

9. Имеется 5 различных писем, 8 различных конвертов и 6 различных марок. Сколько вариантов запаковки писем по одному в конверт, промаркированный одной из имеющихся марок?

10. Имеется 16 различных дисков с информацией и бокс с 8-ю отсеками. Сколько способов наполнения бокса а) 8-ю дисками из имеющихся, б) 5-ю дисками из имеющихся? (расположение дисков в боксе существенно).

11. . Найти область определения, область значений,  $R^{-1}, R.R, R.R^{-1}, R^{-1}.R$  для отношения  $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in D \text{ и } x + y \leq 0 \}$ , где  $D$  – множество действительных чисел.

12. 6. Найти область определения, область значений,  $R^{-1}, R.R, R.R^{-1}, R^{-1}.R$  для отношения  $R = \{ \langle x, y \rangle \mid x, y \in [-\pi/2, \pi/2] \text{ и } y \geq \sin x \}$ .

13. 7. Доказать, что для любых бинарных отношений

$$(R_1 \cup R_2)^{-1} = R_1^{-1} \cup R_2^{-1}$$

14. 8. Доказать, что если отношения  $R_1$  и  $R_2$  рефлексивны, то рефлексивны и отношения:

$$R_1 \cup R_2, R_1 \cap R_2, R_1^{-1}, R_1 \cdot R_2$$

15. 9. На множествах  $N$  и  $N \times N$  определим  $R_m$  следующим образом:  $\langle a, b \rangle \in R_m \Leftrightarrow (a-b)$  делится на  $m$  ( $m > 0$ ). Доказать, что  $R_m$  является отношением эквивалентности.

16. 10. Из города А в город В ведет 5 дорог, а из города В в город С – 4 дороги. Сколько путей проходящих через В, ведет из А в С?

**рейтинг-контроль № 3**

17. 11. В библиотеке 5 учебников геометрии, 7 – тригонометрии, 4- алгебры. Сколько полных комплектов учебников можно составить? (Все экземпляры считаются различными).

18. 12. Сколько способов разложить 10 одинаковых монет по двум карманам?

19. 13. Сколько способов разложить 10 одинаковых монет по трем карманам так, чтобы ни один из карманов не был пустым?

20. Построить СКНФ функции, заданной формулой

$$f(x, y, z) = ((\bar{x}y \rightarrow \bar{z}) / (\bar{y}x)) \rightarrow (y \oplus z).$$

21. Построить СДНФ функции, заданной столбцом значений

$$f(x, y, z) = (1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0).$$

22. Построить полином Жегалкина для функции из п. 20

23. По исходной матрице смежности  $M$  построить чертеж графа, составить матрицу инцидентности  $H$  и список ребер.

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

**б) экзаменационные вопросы по дисциплине:**

1. Определения множества, пустого множества. Кванторы. Подмножества. Способы задания множеств.

2. Конечные и бесконечные множества. Мощность множества.

3. Операции над множествами. Диаграммы Венна.

4. Декартово произведение множеств, декартов квадрат произвольного множества. Привести примеры. Записать формулы, выражающие число элементов декартова произведения и декартова квадрата.

5. Понятие об отображении. Образы и прообразы и их свойства. Основные типы отображений. Композиция отображений. Ассоциативность композиции. Композиция однотипных отображений. Обратимость и односторонняя обратимость. Критерии обратимости и односторонней обратимости.

6. Многочесные отношения. Булевы операции над отношениями. Булева алгебра отношений. Булевы матрицы и отношения на конечных множествах.

7. Бинарные отношения. Свойства бинарных отношений: рефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность.

8. Отношения эквивалентности. Классы эквивалентности и их свойства. Фактор-множество. Отношения порядка. Упорядоченные, линейно-упорядоченные и частично-упорядоченные множества.

9. Высказывания и операции над ними. Таблица истинности.

10. Формулы алгебры высказываний. Равносильность формул. Теорема о равносильной подстановке.

11. Равносильные преобразования формул. Основные равносильности.

12. Лемма о числе слов длины  $m$  в алфавите из  $r$  букв.

13. Ранг формулы. Равносильность формул и булевых формул (теорема).

14. Двойственность в алгебре логики. Закон двойственности (теорема).

15. Общий принцип двойственности (теорема).

16. Принцип двойственности для булевых формул (теорема).



17. Функции алгебры логики. Задание функции формулой. Нормальные формы. Алгоритмы построения совершенных нормальных форм.
18. Теорема о разложении функции алгебры логики по переменным.
19. Теорема о совершенной дизъюнктивной нормальной форме и совершенной конъюнктивной нормальной форме.
20. Полные системы функций. Примеры полных систем функций (с доказательством полноты).
21. Замкнутые классы функций алгебры логики.
22. Классы функций, сохраняющих ноль и единицу. Теоремы о замкнутости классов  $P_0$  и  $P_1$ . Теорема о функции не сохраняющей ноль. Теорема о функции, не сохраняющей единицу.
23. Класс самодвойственных функций. Теорема о замкнутости класса  $S$ . Теорема о несамодвойственной функции.
24. Класс монотонных функций. Теорема о замкнутости класс  $M$ . Теорема о немонотонной функции.
25. Полином Жегалкина. Теорема о представлении функции в виде полинома Жегалкина.
26. Класс линейных функций. Теорема о замкнутости класс  $L$ . Теорема о нелинейной функции.
27. Теорема Поста о функциональной полноте алгебры логики.
28. Перестановки и подстановки. Формула для вычисления числа перестановок.
29. Размещения. Формула для вычисления числа размещений.
30. Сочетания. Формула для вычисления числа сочетаний.
31. Разбиения. Формула для вычисления числа разбиений.
32. Метод включений и исключений.
33. Определения графов, их представления. Матрицы смежности и инциденций. Изоморфизм графов.
34. Простейшие типы графов: полные, двудольные, регулярные и др. Операции объединения, соединения, дополнения.
35. Маршруты, цепи, простые цепи, циклы. Связность графа.
36. Теорема о числе ребер в графе и ее следствие.
37. Эйлеровы графы. Лемма о существовании цикла в графе.
38. Теорема о необходимых и достаточных условиях графа быть эйлеровым.
39. Построение эйлерова цикла (алгоритм Флери).
40. Орграфы. Ормаршруты, орцепи, орциклы. Связность орграфов. Теорема для эйлеровых орграфов.
41. Гамильтоновы графы. Теорема Дирака.
42. Деревья и их свойства. Остовное дерево, циклический ранг графа.
43. Разделяющее множество, разрез, мост. Алгоритм Краскала.
44. Плоские и планарные графы. Гомеоморфность графов. Теоремы о необходимых и достаточных условиях планарности графов.
45. Теорема Эйлера о соотношении числа граней, ребер и вершин в графе. Ее обобщение на несвязные графы.
46. Теоремы о свойствах планарных графов: числе ребер, степени вершин.
47. Раскраска вершин в графе. Хроматическое число. Раскраска простейших типов графов.
48. Теорема о раскраске произвольного графа. Теорема о раскраске планарного графа.
49. Нахождение хроматического числа для произвольного графа.
50. Алгоритм Дейкстры.
51. Определение потока в сети. Простое сечение и величина его потока. Теорема Форда, Фалкерсона.

52. Алгоритм нахождения максимального потока в сети.
53. Алфавитное кодирование. Однозначность кодирования.
54. Свойство префикса. Теорема.
55. Нетривиальное разложение кодов в схеме кодирования. Алгоритм проверки кодирования на однозначность.
56. Неравенство Макмилана. Теорема.
57. Теорема о существовании взаимно однозначного кодирования, обладающего свойством префикса.
58. Понятие о кодах с минимальной избыточностью.
59. Дерево взаимно однозначного кодирования и операции на нем.
60. Насыщенное и приведенное кодовые деревья.
61. Алгоритм построения кода с минимальной избыточностью.

**в) вопросы для самостоятельной работы:**

1. Способы задания множеств.
2. Основные операции над множествами. Диаграммы Эйлера-Венна. Свойства операций над множествами.
3. Понятие разбиения и покрытия множества.
4. Определение прямого произведения множеств. Вычисление мощности прямого произведения конечных множеств. Мощности которых известны.
5. Понятие бинарного отношения. Примеры бинарных отношений. Алгоритм построения матрицы отношения
6. Какие отношения называют рефлексивными, симметричными и транзитивными. Особенности матрицы отношений для таких отношений.
7. Понятие отношения эквивалентности. Примеры отношений эквивалентности. Что называется классом эквивалентности, системой классов эквивалентности. Свойства классов эквивалентности.
8. Понятие отношения порядка. Примеры отношений порядка.
9. Понятие замыкания отношения. Алгоритм транзитивного замыкания (алгоритм Уоршалла).
10. Понятие алгебры логики, функции алгебры логики. Правила построения таблицы истинности и карты Карно.
11. Понятие формулы алгебры логики. Унарные и бинарные логические операции. Приоритет логических операций.
12. Понятие элементарной дизъюнкции (конъюнкции) формул, дизъюнктивной и конъюнктивной нормальной формой.
13. Понятие СДНФ (СКНФ). Теорема о существовании СДНФ (СКНФ).
14. Алгоритмы построения СДНФ (СКНФ) по таблице истинности.
15. Алгоритмы получения сокращенной ДНФ (КНФ) по карте Карно.
16. Определение графа, смежных ребер, смежных вершин. Что означает выражение “ребро инцидентно вершинам”?
17. Определение ориентированного, неориентированного, смешанного графа. Каноническое представление неориентированного графа (нарисовать пример).
18. Понятие: пустого графа, нуль-графа, тривиального графа, графа с петлями, мультиграфа, простого графа, бесконечного графа (приведите примеры каждого в виде диаграмм).
19. Что называют локальной степенью вершины графа. Понятие полустепени исхода” и “полустепень захода” для ориентированного графа. Понятие связного графа.
20. Перечислите возможные способы задания графов. Как формируются матрица инцидентий, матрица смежности для неориентированного и ориентированного графов.
21. Какие графы называют изоморфными. Привести алгоритм сравнения графов, представленных матрицами смежности, на предмет выявления их изоморфности.

22. Пути дороги в неориентированном (ориентированном) графе: определение маршрута, длины маршрута, маршрута циклического, цепи, простой цепи, цикла, простого цикла.

23. Что понимается под обходом графа. Описание алгоритма обхода графа в глубину.

24. Определение связного неориентированного графа. Что называется компонентой связности неориентированного графа.

25. Определение сильно связного и односторонне связного ориентированного графа. Компоненты сильной связности и односторонней связности графа.

26. Что есть отношение достижимости заданное на графе. Свойства отношения достижимости для неориентированного и ориентированного графов.

27. Понятие отношения достижимости на множестве компонент сильной связности.

28. Задание матрицы связности для неориентированного графа, матрицы односторонней связности для ориентированного графа, матрицы сильной связности для ориентированного графа.

29. Метрические характеристики графов: определение расстояния между вершинами  $v_i$  и  $v_j$  в связном графе, диаметра связного графа, эксцентриситета вершины  $v$  в связном графе, радиуса графа, центральной вершины.

30. Понятие точки сочленения, моста и блока. Когда вершину графа можно считать точкой сочленения. Какое ребро считается мостом. Какой граф является блоком.

31. Что называется вершинной и реберной связностью графа.

32. Определение эйлерова цикла, эйлерова графа. Теорема Эйлера для неориентированного и ориентированного графов (без доказательства).

33. Описание рекурсивного алгоритма построения эйлерова цикла.

34. Описание алгоритма Дейкстры нахождения минимального пути между двумя произвольными вершинами в нагруженном ориентированном графе.

35. Описание алгоритма Форда – Беллмана нахождения минимального пути в взвешенном ориентированном графе.

36. Определение неориентированного дерева. Что называют остовным деревом неориентированного связного графа. Что называется неориентированным лесом.

37. Определение ориентированного дерева, леса. Что называется остовным деревом ориентированного связного графа.

38. Определения корня, потомка вершины, предка вершины, листа, куста ориентированного дерева.

39. Определение высоты ориентированного дерева, глубины вершины  $v$  ориентированного дерева, высоты вершины ориентированного дерева  $v$ , уровня вершины ориентированного дерева  $v$ .

40. Какое ориентированное дерево называется бинарным. Какое бинарное ориентированное дерево называется полным.

41. Описание алгоритма Краскала построения минимального остовного дерева.

42. Что называется цикломатическим числом графа  $G$ . Чему равно количество фундаментальных циклов графа  $G(V, E)$  при любом фиксированном остовном дереве  $T = (V, E')$ .

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) Основная литература.

Зарипова Э.Р. Лекции по дискретной математике. Математическая логика: учебное пособие.- Российский университет дружбы народов.- 120 с. 2014. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22190>.

Лекции по дискретной математике: Учебное пособие / В.Б. Алексеев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 90 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка)

ISBN 978-5-16-005559-6, 300 экз. 2013. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371452>.

Дискретная математика: Учебное пособие / С.А. Канцедал. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0304-9, 700 экз. 2013. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=376152>.

#### **б) Дополнительная литература.**

Усов С.В. Дискретная математика: учебно-методическое пособие.- Омск: Омский государственный университет им. С.В. Достоевского.- 60 с. 2011. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24884>

Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Хаггарти Р.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 400 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12723>.

Храмова Т.В. Дискретная математика. Элементы теории графов: учебное пособие.- Новосибирск: Сибирский гос. университет телекоммуникаций и информатики.- 43 с. 2014. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24270>.

#### **в) Интернет-ресурсы.**


1. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>
2. ЭБС «Znaniium» - <http://znanium.com/>
3. Электронная библиотека ВлГУ - <http://library.vlsu.ru/>


### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для проведения лабораторных занятий предназначена специализированная лаборатория, позволяющая проводить мультимедийные занятия.

Для выполнения лабораторных работ используется класс компьютеров, с программным обеспечением: язык программирования C++; Microsoft Office Word для оформления отчетов.

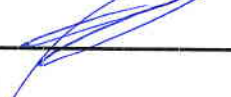
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Рабочую программу составил доцент каф. ФиПМ, к.т.н. Горлов В.Н.   
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя)  Ген. директор ООО "Эс Сервис"  
(место работы, должность, ФИО, подпись)


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 1 от 03 сентября 2018 года

Заведующий кафедрой ФиПМ С.М. Аракелян   
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Протокол № 1 от 03.09.18 года

Председатель комиссии  С.М. Аракелян  
(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_