

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Дискретная математика

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы

Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.14 Дискретная математика относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	ОПК-1.1: Разбирается в основных разделах математических и естественнонаучных дисциплин ОПК-1.2: Применяет основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	ОПК-1.1: Знать основные разделы математических и естественнонаучных дисциплин  ОПК-1.2: Уметь применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	Контрольная работа	Зачёт: Задачи  Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>7</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>252</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>48</b>
- КСР	<b>3</b>

самостоятельная работа	92
Промежуточная аттестация	45 Экзамен, Зачёт

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Введение (метод математической индукции).	18	4	4	8	10
Тема 2. Теория множеств.	25	8	8	16	9
Тема 3. Комбинаторика.	21	6	6	12	9
Тема 4. Алгебра логики.	25	8	8	16	9
Тема 5. Введение в математическую логику (логика высказываний).	21	6	6	12	9
Тема 6. Начальные понятия теории графов.	28	10	5	15	13
Тема 7. Неориентированные графы с циклами и без циклов.	23	8	4	12	11
Тема 8. Ориентированные графы.	20	6	3	9	11
Тема 9. Экстремальные задачи и алгоритмы на графах.	23	8	4	12	11
Аттестация	45				
КСР	3			3	
Итого	252	64	48	115	92

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### 1 семестр

1. Множества. Способы задания множеств. Равные множества. Свойства отношения включения. Сравнимость множеств.
2. Теоретико-множественные операции над множествами: абсолютное и относительное дополнения, объединение, пересечение, симметрическая разность. Их изображения на диаграммах Венна-Эйлера.
3. Основные законы алгебры множеств. Доказательство одного из законов (по выбору преподавателя) с помощью диаграммы Венна.
4. Законы дистрибутивности. Доказательство (по определению операций алгебры множеств, без диаграммы Венна!) одного из них по выбору преподавателя.
5. Законы де Моргана. Доказательство (по определению операций алгебры множеств, без диаграммы Венна!) одного из них по выбору преподавателя.
6. Обобщенные тождества: обобщенная дистрибутивность, обобщенные законы де Моргана (доказательство одного из законов по выбору студента).
7. Мощность множества. Теорема Кантора о несчетности.

8. Подмножества. Разбиения и покрытия. Теорема о мощности булеана.
9. Прямое произведение и его свойства.
10. Теорема о мощности прямого произведения  $n$  множеств.
11. Бинарные отношения, их виды и свойства.
12. Функция как частный случай бинарного отношения. Сюръективные, инъективные и биективные отображения.
13. Отношение эквивалентности и отношение порядка. Диаграмма Хассе.
14. Правила суммы и произведения. Перестановки. Сочетания (с повторениями и без повторений). Размещения (с повторениями и без повторений).
15. Число разбиений множества. Теорема о числе упорядоченных блоков разбиений.
16. Полиномиальная формула. Теорема о полиномиальных коэффициентах (без доказательства) и ее применение.
17. Формула включений и исключений.
18. Бином Ньютона.
19. Следствия из бинома Ньютона. Треугольник Паскаля.
20. Свойства биномиальных коэффициентов.
21. Функции алгебры логики, их количество. Существенные и фиктивные переменные. Элементарные булевы функции от одной и двух переменных.
22. Формулы алгебры логики. Суперпозиция булевых функций, порядок действий. Свойства элементарных булевых функций (основные законы алгебры логики).
23. Двойственные функции. Теорема двойственности. Принцип двойственности.
24. Теорема о разложении булевых функций по переменным. СДНФ, СКНФ.
25. Полиномы Жегалкина. Способы их построения.
26. Утверждения о замкнутости классов монотонных функций и функций, сохраняющих константу.
27. Класс самодвойственных функций. Лемма о несамодвойственной функции.
28. Класс монотонных функций. Лемма о немонотонной функции.
29. Класс линейных функций. Лемма о нелинейной функции.
30. Полнота системы булевых функций. Критерий полноты (теорема Поста).
31. Понятие базиса в алгебре логики. Следствие из теоремы Поста о составе базиса.
32. Понятие предполного класса в алгебре логики. Следствие из теоремы Поста о предполных классах.
33. Понятие высказывания. Логические связки. Формулы логики высказываний.
34. Равносильность формул логики высказываний. Основные равносильности.
35. Виды формул логики высказываний. Важнейшие тавтологии.
36. Правильные рассуждения и их схемы. Косвенные методы доказательства. Составление логических формул по высказываниям.
37. Проблема разрешимости в логике высказываний и методы ее решения.
38. Метод редуций проверки тождественной истинности формулы логики высказываний.
39. Логические схемы и их реализация с помощью булевых функций. Синтез сумматора.

## 2 семестр

1. Краткие сведения из истории возникновения теории графов. Определение графа. Области применения теории графов.
2. Способы задания неориентированных графов.
3. Степени вершин. Основная теорема теории графов и ее следствие. Виды неориентированных графов.
4. Дополнение к графу. Подграфы и их виды. Операции над графами.
5. Маршруты, цепи и циклы в графе. Цикломатическое число. Свойства маршрутов и циклов.
6. Связность графов. Матрица связности (достижимости). Теорема о числе маршрутов в неориентированном графе (без доказательства). Критерий связности графа.
7. Теорема об оценке числа ребер графа через число вершин и число компонент связности.
8. Мосты и разделяющие вершины. Признаки моста. Вершинная и реберная связности.  $N$ -связные графы. Следствие из теоремы об оценке числа ребер графа через число вершин и число

компонент связности.

9. Расстояния в графе. Диаметр, радиус и центр графа.

10. Изоморфизм графов. Алгоритм решения задач на определение изоморфных графов.

11. Теоремы о количестве помеченных графов с  $p$  вершинами и с  $p$  вершинами и  $q$  ребрами.

Асимптотическая формула Пойа для числа непомеченных графов.

12. Теоремы о количестве ребер в связных графах с циклами и без циклов.

13. Неориентированные (свободные) деревья. Кодирование деревьев. Матричная теорема Кирхгофа о деревьях (без доказательства). Количество помеченных деревьев с  $p$  вершинами.

14. Основные свойства свободных деревьев.

15. Двудольные графы. Критерий двудольности графа.  $k$ -дольные графы.

16. Эйлеровы и полуэйлеровы графы. Критерий существования в графе эйлеровой цепи.

17. Леммы для доказательства теоремы Эйлера об эйлеровых графах (критерия эйлеровости графа).

18. Теорема Эйлера об эйлеровых графах (критерий эйлеровости графа). Решение задачи о кенигсбергских мостах.

19. Теорема об оценке числа эйлеровых графов.

20. Гамильтоновы графы. Теорема об оценке числа гамильтоновых графов (без доказательства). Задача коммивояжера. Сравнение задач отыскания эйлеровых и гамильтоновых циклов.

21. Теорема Дирака (достаточное условие гамильтоновости графа).

22. Достаточные условия гамильтоновости графа (теоремы Оре и Хватала – без доказательства), необходимое условие гамильтоновости графа (о разделяющих вершинах графа).

23. Планарные графы. Подразбиение и стягивание ребер. Теоремы Понтрягина-Куратовского и Вагнера (без доказательства). Теорема об оценке числа планарных графов (без доказательства).

24. Теорема о количестве граней связного планарного графа.

25. Следствия из теоремы о количестве граней связного планарного графа.

26. Вершинная и реберная раскраски графов. Хроматическое число и хроматический индекс, их оценки.

27. Проблема четырех красок. История ее возникновения и решения.

28. Теорема о 5 красках.

29. Ориентированные графы и их виды. Основная теорема теории графов для орграфов. Связь с бинарными отношениями.

30. Способы задания ориентированных графов.

31. Маршруты, пути и контуры в орграфе. Свойства путей и контуров. Теорема о числе ориентированных маршрутов в орграфе (без доказательства). Критерий существования контура в орграфе.

32. Связность орграфов и ее виды. Компоненты сильной связности орграфа. Конденсация орграфа.

33. Теорема о вычислении матриц достижимости и сильной связности (без доказательства). Алгоритм выделения компонент сильной связности в орграфе.

34. Ориентированные, упорядоченные и бинарные деревья. Их сравнительный анализ и области применения. Свойства ориентированных деревьев (без доказательства).

35. Независимое множество вершин. Вершинное число независимости и его оценки. Алгоритм построения независимого множества вершин. Понятие клики графа. Взаимосвязь задач о клике и о независимом множестве вершин.

36. Независимое множество ребер (паросочетание). Реберное число независимости. Построение наибольшего паросочетания методом чередующихся цепей.

37. Покрывающие множества вершин и ребер. Теоремы о связи чисел независимости и покрытий в общем случае и для двудольного графа (без доказательства).

38. Обходы графов. Алгоритмы поиска в ширину и глубину. Теорема о поисках в ширину и глубину.

39. Алгоритм поиска минимального маршрута в ненагруженном (ор)графе.

40. Алгоритмы выделения эйлерова цикла и эйлеровой цепи в связном мультиграфе.

41. Построение остова минимального веса. Алгоритмы Прима и Краскала.

42. Задача о нахождении минимального маршрута в нагруженном орграфе. Алгоритм Дейкстры.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Дискретная математика 1 курс (ФИИТ, ПИВИС, ПРИН), <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1683>.

Иные учебно-методические материалы:

Самостоятельная работа студентов направлена на выполнение домашних заданий по темам практических занятий, подготовку к контрольным работам по основным темам изучаемой дисциплины, а также подготовку к зачету (в 1-м семестре) и экзамену (во 2-м семестре) по указанной дисциплине. Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по конспектам лекций и по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установлению «обратной связи» между студентом и преподавателем. Текущий контроль выполнения домашних заданий осуществляется преподавателем во время практических занятий.

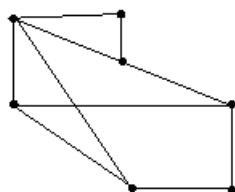
Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Павлов И.С., Харчева А.А. Сборник задач по дискретной математике // Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017, 52 с.

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:



1. Составить матрицу инцидентности и матрицу векторов смежности графа. Найти радиус и диаметр графа, цикломатическое число и цикломатический набор, минимальный разрез.

2. Чему равно число связных подграфов на трёх вершинах графа  $K_5$ ?

3. Связный граф  $G$  обладает 8 вершинами и 11 рёбрами, причем в  $G$  ровно 2 вершины степени 4 и нет тупиковых вершин. Является ли граф  $G$  полуэйлеровым или эйлеровым? Может ли быть гамильтонов цикл в таком графе?

4. Сколько существует попарно неизоморфных графов с 20 вершинами и 187 рёбрами?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	решены все задачи правильно
отлично	решены все задачи с небольшими замечаниями по оформлению
очень хорошо	решены все задачи, некоторые с вычислительными ошибками, влияющими на решение
хорошо	решены 75% из всех задач
удовлетворительно	решены 60% из всех задач
неудовлетворительно	решены менее 60% из всех задач
плохо	не решена ни одна задача

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающегося от ответа			негрубых ошибок	несущественных ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»



### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Докажите, что для всех натуральных  $n$  верно неравенство:  $4^{n^3} 3^{n+n^2}$ .
2. Доказать, что для всех натуральных  $n$  справедливо утверждение:  $7^{n+1} + 8^{2n-1}$  делится без остатка на 19.
3. Каким числом способов можно составить букет из 7 цветов трех видов, если все цветы одного вида одинаковы и имеется неограниченный запас цветов каждого вида?
4. Сколько различных отношений эквивалентности можно определить на множестве, состоящем из 2 элементов?
5. Сколькими способами можно переставить буквы слова «столовая», чтобы никакие две гласные не стояли рядом?
6. Найдите число отношений эквивалентности на множестве из 6 элементов, имеющих ровно 3 класса эквивалентности.
7. Даны множества  $A = \{1; 2; 3; 4; 5\}$ ,  $B = \{a; b; c\}$ ,  $C = \{4; 5; 6\}$ ,  $D = \{b; c; d\}$ . Найдите  $|(A \setminus B) - (C \setminus D)|$ .
8. В офисе 21 сотрудник. Среди них 5 человек не знают ни одного иностранного языка, 11 человек знают английский, 6 - французский, 6 - английский и немецкий, 5 - английский и французский, 3 - немецкий и французский, 2 - все три языка. Сколько из сотрудников офиса знают немецкий язык?

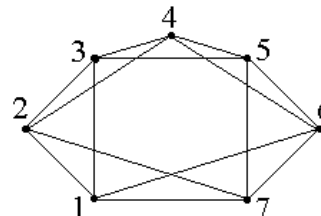
#### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	решены 60% из всех задач
не зачтено	решены менее 60% из всех задач

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Докажите, что в любом графе найдутся, по крайней мере, две вершины одинаковой степени.
2. В доме отдыха 35 корпусов. Электрик решил соединить телефонными проводами каждый корпус ровно с пятью другими. Возможно ли такое соединение?
3. Сколько существует попарно неизоморфных графов с 16 вершинами и 117 ребрами?

4. Докажите, что если в графе  $G$  с  $p$  вершинами ( $p > 3$ ) число ребер равно  $C(p-1, 2) + 2$ , то этот граф гамильтонов.
5. Существуют ли в полном двудольном графе  $K_{3,3}$  эйлеров цикл, гамильтонов цикл, эйлерова цепь, гамильтонова цепь? Укажите их или докажите их отсутствие.
6. Докажите, что в любом планарном графе существует вершина, степень которой не больше 5.
7. У графа  $G$  с  $p$  вершинами, где число вершин больше или равно 3, только 1 пара вершин не соединена ребром (все остальные вершины смежные). При каком  $p$  граф  $G$  является планарным?



8. Найдите хроматическое число и хроматический индекс графа

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	решена полностью без ошибок и замечаний
отлично	решена полностью с замечанием по оформлению
очень хорошо	решена полностью с вычислительной ошибкой, влияющей на ответ к задаче
хорошо	решена почти полностью, т.е. не оформлены последние шаги решения или оформлены с ошибкой
удовлетворительно	решена на половину
неудовлетворительно	есть только начало решения задачи
плохо	решение полностью отсутствует

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Краткие сведения из истории возникновения теории графов. Определение графа. Области применения теории графов.
2. Способы задания неориентированных графов.
3. Степени вершин. Основная теорема теории графов и ее следствие. Виды неориентированных графов.
4. Дополнение к графу. Подграфы и их виды. Операции над графами.
5. Маршруты, цепи и циклы в графе. Цикломатическое число. Свойства маршрутов и циклов.
6. Связность графов. Матрица связности (достижимости). Теорема о числе маршрутов в неориентированном графе (без доказательства). Критерий связности графа.
7. Теорема об оценке числа ребер графа через число вершин и число компонент связности.

8. Мосты и разделяющие вершины. Признаки моста. Вершинная и реберная связности.  
N-связные графы. Следствие из теоремы об оценке числа ребер графа через число вершин и число компонент связности.
9. Расстояния в графе. Диаметр, радиус и центр графа.
10. Изоморфизм графов. Алгоритм решения задач на определение изоморфных графов.
11. Теоремы о количестве помеченных графов с  $p$  вершинами и с  $p$  вершинами и  $q$  ребрами.  
Асимптотическая формула Пойа для числа непомеченных графов.
12. Теоремы о количестве ребер в связных графах с циклами и без циклов.
13. Неориентированные (свободные) деревья. Кодирование деревьев. Матричная теорема Кирхгофа о деревьях (без доказательства). Количество помеченных деревьев с  $p$  вершинами.
14. Основные свойства свободных деревьев.
15. Двудольные графы. Критерий двудольности графа.  $k$ -дольные графы.
16. Эйлеровы и полужайлеровы графы. Критерий существования в графе эйлеровой цепи.
17. Леммы для доказательства теоремы Эйлера об эйлеровых графах (критерия эйлеровости графа).
18. Теорема Эйлера об эйлеровых графах (критерий эйлеровости графа). Решение задачи о кенигсбергских мостах.
19. Теорема об оценке числа эйлеровых графов.
20. Гамильтоновы графы. Теорема об оценке числа гамильтоновых графов (без доказательства).  
Задача коммивояжера. Сравнение задач отыскания эйлеровых и гамильтоновых циклов.
21. Теорема Дирака (достаточное условие гамильтоновости графа).
22. Достаточные условия гамильтоновости графа (теоремы Оре и Хватала – без доказательства),  
необходимое условие гамильтоновости графа (о разделяющих вершинах графа).
23. Планарные графы. Подразбиение и стягивание ребер. Теоремы Понтрягина-Куратовского и Вагнера (без доказательства). Теорема об оценке числа планарных графов (без доказательства).
24. Теорема о количестве граней связного планарного графа.
25. Следствия из теоремы о количестве граней связного планарного графа.
26. Вершинная и реберная раскраски графов. Хроматическое число и хроматический индекс, их оценки.
27. Проблема четырех красок. История ее возникновения и решения.
28. Теорема о 5 красках.
29. Ориентированные графы и их виды. Основная теорема теории графов для орграфов. Связь с бинарными отношениями.
30. Способы задания ориентированных графов.
31. Маршруты, пути и контуры в орграфе. Свойства путей и контуров. Теорема о числе ориентированных маршрутов в орграфе (без доказательства). Критерий существования контура в орграфе.
32. Связность орграфов и ее виды. Компоненты сильной связности орграфа. Конденсация орграфа.
33. Теорема о вычислении матриц достижимости и сильной связности (без доказательства).  
Алгоритм выделения компонент сильной связности в орграфе.
34. Ориентированные, упорядоченные и бинарные деревья. Их сравнительный анализ и области применения. Свойства ориентированных деревьев (без доказательства).
35. Независимое множество вершин. Вершинное число независимости и его оценки. Алгоритм построения независимого множества вершин. Понятие клики графа. Взаимосвязь задач о клике и о независимом множестве вершин.
36. Независимое множество ребер (паросочетание). Реберное число независимости. Построение наибольшего паросочетания методом чередующихся цепей.
37. Покрывающие множества вершин и ребер. Теоремы о связи чисел независимости и покрытий в общем случае и для двудольного графа (без доказательства).
38. Обходы графов. Алгоритмы поиска в ширину и глубину. Теорема о поисках в ширину и глубину.

39. Алгоритм поиска минимального маршрута в ненагруженном (ор)графе.
40. Алгоритмы выделения эйлерова цикла и эйлеровой цепи в связном мультиграфе.
41. Построение остова минимального веса. Алгоритмы Прима и Краскала.
42. Задача о нахождении минимального маршрута в нагруженном орграфе. Алгоритм Дейкстры.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	свободное владение основным материалом без ошибок и погрешностей
отлично	свободное владение основным и дополнительным материалом с незначительными ошибками и погрешностями
очень хорошо	достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями
хорошо	владение основным материалом с рядом заметных погрешностей
удовлетворительно	владение минимальным материалом, необходимым по данному предмету, с рядом ошибок
неудовлетворительно	владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка; работу за время семестра можно оценить как неудовлетворительную
плохо	отсутствие владения материалом; работа за время семестра была оценена на "плохо"

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов : учеб. для вузов. - 3-е изд. - СПб. : Питер, 2009. - 384 с. - (Учебник для вузов. Прикладная математика и информатика). - ISBN 978-5-91180-759-7 : 182.16., 2 экз.
2. Кузнецов О. П. Дискретная математика для инженера. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 480 с. : ил. - 1.80., 1 экз.
3. Копылов Виктор Иванович. Курс дискретной математики : учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 208 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1218-1 : 481.36., 3 экз.
4. Шевелев Юрий Павлович. Сборник задач по дискретной математике : (для практических занятий в группах) : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 010400.62 "Прикладная математика и информатика". - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 528 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1359-1 : 520.00., 1 экз.

5. Лекции по теории графов : для студентов по специальностям "Математика" и "Прикладная математика". - М. : Наука, 1990. - 382, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-013992-2 : 1.00., 10 экз.

Дополнительная литература:

1. Евстигнеев Владимир Анатольевич. Применение теории графов в программировании / под ред. А. П. Ершова. - М. : Наука, 1985. - 352 с. : ил. - (Библиотечка программиста). - 1.20., 2 экз.
2. Алексеев Владимир Евгеньевич. Сборник задач по дискретной математике : задачник для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010300 "Фундам. информатика и информ. технологии", 010400 "Приклад. математика и информатика" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2012 (Тип. ННГУ). - 80 с. - 26.00., 50 экз.
3. Булева алгебра и конечные автоматы : сб. ст. / пер. с фр. Е. В. Бабичевой ; под ред. П. П. Пархоменко . - М. : Мир, 1969. - 294 с. : черт. - 1.42., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.intuit.ru/studies/courses/13859/1256/info>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Огурцова Ольга Константиновна, кандидат педагогических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 16.01.2024 г., протокол № №1.