

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ПМИ

_____ М.В. Коломина

_____ М.В. Коломина

«5» апреля 2024 г.

«5» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дискретная математика»

Составители

Станкевич А.С., к.т.н., доцент ФИТиП, ИТМО

Корнеев Г.А., к.т.н., доцент ФИТиП, ИТМО

Гордеев И.И., к.ф.-м.н., доцент каф. ПМИ, АГУ

Согласовано с

Белов С.В., директор ООО «ТРАСТ ПОИНТ»

работодателями

Измайлов Г.А., генеральный директор ООО «Агент Плюс»

Направление подготовки /
специальность

**01.03.02. Прикладная математика и
информатика**

Направленность (профиль) ОПОП

Программирование и искусственный интеллект

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приёма

2024

Курс

1,2,3

Семестр(ы)

2,3,4,5

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Дискретная математика» является ознакомление студентов с важнейшими разделами дискретной математики, её роли и места в системе наук, развитие абстрактного мышления, общей математической и информационной культуры мышления.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- сформировать знания о дискретных структурах данных;
- развить навыки реализации классических алгоритмов при решении практических задач;
- научить выбирать эффективные способы хранения графов в контексте поставленных задач;
- подготовить к изучению других дисциплин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Дискретная математика» относится к обязательной части, и осваивается в 2,3,4,5 семестрах.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- Линейная алгебра,
- Математический анализ.

Знания: школьной программы по математике, общих понятий и фактов из математического анализа, алгебры.

Умения: проводить математические рассуждения, применять математические методы.

Навыки: практического использования математических методов при решении задач.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Теория сложности,
- Базы данных,
- Анализ данных.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) общепрофессиональных (ОПК):

- ОПК-1. Способен применять математические, естественнонаучные и общепрофессиональные знания для понимания окружающего мира и для решения задач профессиональной деятельности

б) профессиональных (ПК):

- ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)

ОПК-1.	ОПК-1.1 Планирует самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. ОПК-1.2 Обосновывает и использует положения, законы и методы естественных наук и математики при решении задач профессиональной деятельности.	ИОПК-1.1.1. Основные понятия, факты и закономерности, характеризующие свойства абстрактных дискретных объектов.	ИОПК-1.2.1. Применять изученные методы в ходе профессиональной деятельности.	ИОПК-1.3.1. Основными методами дискретной математики.
ПК-8	ПК-8.1. Владение методами интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных. ПК-8.2. Владение методами теории линейных пространств и операторов. ПК-8.3. Владение методами функционального анализа для решения сложных задач информатики.	ИПК-8.1.1. Современного математического аппарата, основные положения и понятия теории графов; основные методы современной дискретной математики и ее приложений.	ИОПК-8.2.1. Владения методами функционального анализа для решения сложных задач информатики, реализовывать классические алгоритмы при решении практических задач.	ИОПК-8.3.1. Применения современного математического аппарата, основными методами дискретной математики; формулировать прикладные задачи в контексте задач на графах

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объём дисциплины составляет 3,3,2,4 зачётных единиц (432 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	12 (3,3,2,4)
Объем дисциплины в академических часах	432
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	162,5
- занятия лекционного типа, в том числе:	71
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	89
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	0
- консультация (предэкзаменационная)	2
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,5
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	269,5
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Зачет во 2, 4 семестрах Экзамен в 3,5 семестрах

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							Итого часов	Форма текущего кон- троля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР				
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП			
Семестр 2.									
Раздел 1. Предмет дискретной	2				4		6	12	Тест. Информационное

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации	
	Л		ПЗ		ЛР				КР /СР, час. КП
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП			
математики, его основные задачи и области применения									сообщение
Раздел 2. Элементы теории множеств	16				32		48	96	Контрольная работа №1
Консультации									
Контроль промежуточной аттестации									Зачёт
ИТОГО за семестр:	18				36		54	108	
Семестр 3.									
Раздел 3. Комбинаторика	9				9		29	47	Контрольная работа №2
Раздел 4. Теория кодирования.	9				9		29	47	Тест. Информационное сообщение
Консультации	1								
Контроль промежуточной аттестации	0,25								Экзамен
ИТОГО за семестр:	18				18		58	94	
Семестр 4.									
Раздел 5. Элементы математической логики	18				18		60	72	Контрольная работа №3 Мини-проект
Консультации									
Контроль промежуточной аттестации									Зачёт
ИТОГО за семестр:	18				18		60	72	
Семестр 5.									
Раздел 6. Графы	17				17		97,5	131,5	Контрольная работа №4 Мини-проект
Консультации	1								
Контроль промежуточной аттестации	0,25								Экзамен
ИТОГО за семестр:	17				17		97,5		
Итого за весь период	71				89		269,5	432	

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-1	ПК-8	
Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения	12	+	+	2
Раздел 2. Элементы теории множеств	96	+	+	2
Раздел 3. Комбинаторика	47	+	+	2
Раздел 4. Теория кодирования.	47	+	+	2
Раздел 5. Элементы математической логики	72	+	+	2
Раздел 6. Графы	131,5	+	+	2
Консультации	2			
Контроль промежуточной аттестации	0,5			
Итого	432			2

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения

Раздел 2. Элементы теории множеств.

Универсальное множество. Характеристическая (индикаторная) функция множества. Операции с множествами: дополнение до универсального множества, пересечение, объединение, разность, симметрическая разность множеств. Диаграммы Эйлера-Венна. Отношения.

Раздел 3. Комбинаторика

Введение в комбинаторику. Основные определения. Подсчет комбинаторных объектов. Основные комбинаторные методы и конфигурации. Рекуррентные соотношения. Суммирование последовательностей. Линейные рекуррентные уравнения. Возвратные уравнения; методы отыскания общего и частного решения.

Введение в теорию вероятностей.

Раздел 4. Теория кодирования.

Представление информации. Равномерные и неравномерные коды. Коды с обнаружением ошибок. Коды с коррекцией ошибок.

Раздел 5. Элементы математической логики

Алгебра логики. Булевы функции. Сумматоры. Дизъюнктивные нормальные формы и схемы из функциональных элементов.

Раздел 6. Графы

Ориентированные и неориентированные графы. Способы представления графов. Алгоритмы на графах. Построение алгоритмов для решения задач дискретной математики.

Амортизационный анализ.

Теория графов, Связность в графах. Графы. Построение остовных деревьев. Остовные деревья. Свойства остовных деревьев. Турниры. Гамильтоновы графы. Эйлеровы графы. Укладка графа на плоскости. Кратчайшие пути в графах.

Раскраска графа. Обход в глубину. Задача о максимальном потоке. Потоки. Обходы. Задача о паросочетании.

Задача о потоке минимальной стоимости. Поток минимальной стоимости. Основные определения, связанные со строками. Нечёткий поиск. Точный поиск. Задача о наименьшем общем предке. Суффиксный массив. Суффиксное дерево.

Матроиды. Пересечение матроидов. Объединение матроидов. Основные факты теории матроидов. Задачи с одним станком. Общая теория.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Основной формой реализации теоретического обучения является лекция, которая представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем-лектором учебного материала теоретического характера. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Порядок подготовки лекционного занятия включает в себя выполнение следующих этапов:

- изучение требований программы дисциплины;
- определение целей и задач лекции;
- разработка плана проведения лекции;
- подбор литературы (ознакомление с методической литературой, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия);
- отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала;

- определение методов, приемов и средств поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов;

- написание конспекта лекции.

Лекция должна включать следующие разделы:

- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;

- изложение вводной части;

- изложение основной части лекции;

- краткие выводы по каждому из вопросов;

- заключение;

- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

Правильно организованные лабораторные занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине (предмету);

- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для лабораторного занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

Лабораторные занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, которую студент совершает в установленное время и в установленном объеме индивидуально или в группе, без непосредственной помощи преподавателя (но при его контроле), руководствуясь сформированными ранее представлениями о порядке и правильности выполнения действий.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию (выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных и практических работ; решение задач);

- внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия (подготовка к аудиторным занятиям; изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; выполнение домашних заданий разнообразного характера; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы; подготовка к контрольной работе). Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Лекция

- Лекция – основной вид обучения в вузе.
- В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
- Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции (а также теорию по изучаемой теме в школьных учебниках геометрии, если эта тема была представлена в них), а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).
- Полезно вести записи (конспекты) лекций: для непонятных вопросов оставлять место при работе над темой лекции с учебными пособиями.
- Записи лекций следует вести в отдельной тетради, оставляя место для дополнений во время самостоятельной работы.
- При конспектировании лекций выделяйте главы и разделы, параграфы, подчеркивайте основное.

Лабораторное занятие

- Лабораторное занятие – наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.
- К каждому лабораторному занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию). После этого нужно решать задачи из предложенного домашнего задания.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием. Самостоятельная работа студентов представлена в следующих формах:

- работа с учебной литературой и конспектом лекций с целью подготовки к лабораторным занятиям, составление конспектов тем, выносимых на самостоятельную проработку;
- систематическое выполнение домашних работ.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения	6	Подготовка информационного сообщения
Раздел 2. Элементы теории множеств	48	Подготовка информационного сообщения
Раздел 3. Комбинаторика	29	Подготовка информационного сообщения
Раздел 4. Теория кодирования.	29	Подготовка информационного сообщения
Раздел 5. Элементы математической логики	60	Подготовка информационного сообщения
Раздел 6. Графы	97,5	Подготовка информационного сообщения

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Примерные темы информационного сообщения:

1. Алгебры отношений и полугруппы преобразований.
2. Алгоритм Дейкстры: применения и модификации.
3. Аристотель, Лейбниц и Буль – родоначальники математической логики.
4. Базы данных и реляционная алгебра.
5. Гамильтоновы графы.
6. Задача коммивояжера и её решение методом ветвей и границ.
7. Задача о максимальном потоке в транспортной сети: от Форда-Фалкерсона до наших дней.
8. Задача о назначениях и венгерский алгоритм.

9. Клод Шеннон и его труды.
10. Линейные коды
11. Методы Лупанова синтеза схем из функциональных элементов.
12. Многочленные отношения на множествах.
13. Многочлены Жегалкина и их практическое применение.
14. Нечёткая логика и теория множеств.
15. Основные криптографические алгоритмы. Алгоритм дробления.
16. Основные криптографические алгоритмы. Алгоритм замены.
17. Основные криптографические алгоритмы. Алгоритм перестановки.
18. Отношения Грина
19. Производящие функции и их роль в комбинаторике.
20. Раскраски графов
21. Теорема Пойа и перечисление графов
22. Теория и алгоритмы минимизации дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм.
23. Теория множеств по Кантору.
24. Характеристические функции множеств.

Требования к оформлению информационного сообщения

1. Формат страницы: А4.
2. Поля: левое - 3 см, правое - 1,5 см, верхнее - 2 см, нижнее - 2 см.
3. Текст, отформатированный с помощью стилей: Заголовок 1: шрифт - Times New Roman; размер шрифта - 16; начертание - полужирный; все буквы ПРОПИСНЫЕ; выравнивание - по центру; межстрочный интервал - полуторный; интервал после абзаца - 0,21. Заголовок 2: шрифт - Times New Roman; размер шрифта - 14; начертание - полужирный; выравнивание - по левому краю; отступ первой строки - 1,25 см; интервал перед абзацем - 0,42 см; интервал после абзаца - 0,21 см; межстрочный интервал - полуторный. Основной текст: шрифт - Times New Roman; размер шрифта - 14; межстрочный интервал - полуторный; отступ первой строки - 1,25 см; интервал после абзаца - 0,21 см; выравнивание - по ширине.
4. Создать автоматическую нумерацию глав и подглав. Разделы «Введение», «Заключение» и «Список литературы» не нумеруются.
5. Формулы должны быть набраны с помощью редактора формул.
6. Изображения, формулы, таблицы, схемы, диаграммы должны быть подписаны и пронумерованы (автоматическая подпись) с указанием ссылок на них.
7. Документ должен содержать:
 - 1) Титульный лист.
 - 2) Содержание.
 - 3) Основной текст
 - введение,
 - основная часть,
 - заключение.
 - 4) Список использованной литературы.

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Титульный лист должен содержать:

1. Наименование организации, где выполнялась работа.
2. Наименование работы.
3. Сведения об авторе (должность, Ф.И.О.).
4. Место и дата выполнения работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание работы разместить на отдельном листе. Содержание должно быть сформировано автоматически и содержать все заголовки и подзаголовки с указанием номера страницы.

ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

Введение. В аннотации (3-5 предложений) кратко указывается, какой проблеме посвящается методическая разработка, какие вопросы раскрывает, кому может быть полезна.

Основная часть. Количество разделов в основной части работы может изменяться в зависимости от объема имеющегося материала и поставленной перед собой целью. В этом разделе подробно рассматриваются все вопросы, внесенные в содержание. По ходу изложения можно представлять необходимые таблицы и рисунки. Нумерация по мере появления в тексте (например, рис. 1, таблица 3. и т. д.). Таблица должна иметь название и «шапку» с наименованием колонок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

В список литературы по порядку включаются те источники, которые использовались при написании работы. На все перечисленные в «Списке литературы» источники должны быть ссылки в основном тексте работы в виде номеров из списка, заключенных в квадратные скобки. Пример: [5], где 5 это номер по порядку в списке использованных источников.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторной работы №1</i>
Раздел 2. Элементы теории множеств	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторной работы №1</i>
Раздел 3. Комбинаторика	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторной работы №2</i>
Раздел 4. Теория кодирования.	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторной работы №3</i>
Раздел 5. Элементы математической логики	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторной работы №4</i>
Раздел 6. Графы	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторной работы №5</i>

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

1) использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.);

2) использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;

3) использование возможностей электронной почты преподавателя;

4) использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);

5) использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);

6) использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Цифровое обучение») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
WinDjView	Программа для просмотра электронных документов
LMS Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Microsoft Office	Пакет офисных программ
LibreOffice	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Opera	Браузер
Python 3.10	Язык программирования
Idle	Среда разработки для языка Python
Microsoft Visual Studio	Среда программирования
Code ::Blocks 20.03	Среда программирования
MinGW	Компилятор для языка программирования C++

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». <https://www.studentlibrary.ru>.
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». <https://www.biblio-online.ru>, <https://urait.ru>.
4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Дискретная математика» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения	ОПК-1, ПК-8	Лабораторная работа. Тест
Раздел 2. Элементы теории множеств	ОПК-1, ПК-8	Лабораторная работа. Контрольная работа
Раздел 3. Комбинаторика	ОПК-1, ПК-8	Лабораторная работа. Контрольная работа
Раздел 4. Теория кодирования.	ОПК-1, ПК-8	Лабораторная работа. Тест
Раздел 5. Элементы математической логики	ОПК-1, ПК-8	Лабораторная работа. Контрольная работа

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Раздел 6. Графы	ОПК-1, ПК-8	Лабораторная работа. Контрольная работа

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

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения.

Раздел 2. Элементы «наивной» теории множеств. Аксиоматика Пеано натуральных чисел. Раздел 3. Комбинаторика. Раздел 4. Структура общего решения.

Раздел 5. Теория кодирования. Раздел 6. Элементы математической логики.

Раздел 7. Графы

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1. Множества и подмножества.

Написать программу, генерирующую множество всех подмножеств для заданного множества.

Лабораторная работа №2. Перестановки, размещения, сочетания.

Написать программу, генерирующую все строки заданного вида.

Лабораторная работа №3. Неравномерные коды.

Написать программу, генерирующую кратчайший неравномерный код для заданного текста.

Лабораторная работа №4. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.

Написать программу, строящую дизъюнктивную и конъюнктивную нормальные формы для заданной логической функции.

Лабораторная работа №5. Поиск на графах.

Написать программу подсчитывающую количество компонент связности в графе с помощью поиска в ширину.

Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения.

Раздел 5. Теория кодирования.

Пробные тесты

Вашему вниманию предлагаются задания, в которых могут быть один, два, три и большее число правильных ответов. Обвести кружком номера всех правильных ответов!

1. Матрицей смежности некоторого графа является

1) $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$

2) $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

3) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$

4) $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$

2. Число размещений с повторениями из n элементов на k мест можно вычислить следующим образом

1) $\frac{n!}{(n-k)!}$

2) n^k

3) k^n

4) $n(n-1)(n-2)\dots(n-k+1).$

3. Решение рекуррентного уравнения $u_{n+2} - 3u_{n+1} + 2u_n = 0$ можно записать в виде

1) $C_1 + C_2 2^n$

2) $(C_1 + C_2 n)2^n$

3) $C_1 2^n + C_2 3^n$

4) $C_1 + C_2 2^{n+1}.$

4. Формулой логики высказываний не является

1) $(A \vee B) \rightarrow A \wedge B$

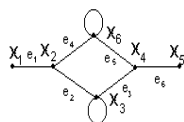
2) $A \rightarrow B \rightarrow C \neg B$

3) $C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B$

4) $((A \vee B) \vee C) \wedge D.$

Выписать правильный ответ:

5. Найти матрицу инцидентности графа G



6. В коллективе 10 сотрудников. Сколькими способами можно составить группу, содержащую 5 человек из членов этого коллектива.
7. Проверить правильность рассуждения. «Если человек осуждён судом, то он лишается избирательных прав. Если человек признан невменяемым, то он также лишается избирательных прав. Следовательно, если человек обладает избирательным правом, то он здоров и не был осуждён судом».
8. Найдите совершенную дизъюнктивную нормальную форму с помощью ее таблицы истинности и путем равносильных преобразований $f(X, Y, Z) = X \wedge (Y \wedge Z \rightarrow X \wedge Y)$.

Раздел 2. Элементы теории множеств.

Контрольная работа №1

1. Пусть $A = \{a, b, c, d\}$, $B = \{1, 2, 3\}$, $P_1 \subseteq A^2$, $P_2 \subseteq A \times B$, даны отношения $P_1 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (b, c), (c, c), (c, d), (d, d)\}$, $P_2 = \{(a, 1), (a, 2), (b, 2), (b, 3), (c, 3), (d, 3)\}$.
- Найти мощность A , B , P_1 , P_2 , A^2 , $A \times B$.
 - Записать матрицы P_1 и P_2 .
 - Изобразить P_1 в виде двудольного графа.
 - Изобразить P_2 в виде двудольного графа.
 - Изобразить P_1 в виде графа с одним множеством вершин.
 - Найти $\|(P_1 \cdot P_2)^{-1}\|$.
 - Проверить рефлексивность P_1 .
 - Проверить антирефлексивность P_1 .
 - Проверить корефлексивность P_1 .
 - Проверить симметричность P_1 .
 - Проверить антисимметричность P_1 .
 - Проверить транзитивность P_1 .
 - Проверить правую евклидовость P_1 .
 - Проверить левую евклидовость P_1 .
 - Проверить связность P_1 .
 - Проверить слабую связность P_1 .

2. В системе аксиом Пеано на множестве ω неотрицательных целых чисел докажите, что $m \cdot n = n \cdot m$, для любых m, n из ω .

3. Решить систему
$$\begin{cases} A \cap X = B \\ A \cup X = C \end{cases}$$
, где A, B, C – данные множества и $B \subseteq A \subseteq C$.

Раздел 3. Комбинаторика.

Контрольная работа №2

1. Все 5-буквенные слова, составленные из букв П, О, Р, Т, записаны в алфавитном порядке и пронумерованы. Вот начало списка:

1. ООООО
2. ООООП
3. ООООР
4. ООООТ
5. ООПО
.....

Какое количество слов находятся между словами ТОПОР и РОПОТ (включая эти слова)?

2. Игорь составляет таблицу кодовых слов для передачи сообщений, каждому сообщению соответствует своё кодовое слово. В качестве кодовых слов Игорь использует 4-буквенные слова, в которых есть только буквы А, В, С, D, X, причём буква X появляется ровно 1 раз. Каждая из других допустимых букв может встречаться в кодовом слове любое

количество раз или не встречаться совсем. Сколько различных кодовых слов может использовать Игорь?

3. Сколькими способами может быть записано алгебраическое выражение $a + b + c + x + y + z$, если менять только порядок слагаемых?

4. Преподаватель предложил четырём студентам четыре разных темы бакалаврских работ, каждый студент выбирает одну тему. Сколько существует способов выбора тем работ студентами?

5. Чему равна сумма числовых коэффициентов при всех членах, содержащих три разных переменных, после представления выражения $(a + b + c + x + y + z)^3$ в виде многочлена?

6. Преподаватель предложил четырём студентам шесть разных тем бакалаврских работ, каждый студент выбирает одну тему. Сколько существует способов выбора тем работ студентами?

7. Чему равен числовой коэффициент при члене $a^3b^5c^2$ после представления выражения $(a + b + c)^{10}$ в виде многочлена?

8. Чему равен числовой коэффициент при члене $a^3b^5c^2d^4$ после представления выражения $(a + b + c + d)^{14}$ в виде многочлена?

9. Преподаватель предложил студентам 12 дополнительных заданий, за каждое задание по 5 дополнительных баллов. Трое студентов решили распределить между собой эти дополнительные задания, чтобы каждое задание делал один и только один из студентов, при этом первый студент хочет получить 15 дополнительных баллов, второй студент хочет получить 20 дополнительных баллов, а третий студент хочет получить 25 дополнительных баллов. Сколькими способами могут эти три студента распределить между собой дополнительные задания?

10. Сколько всего будет членов после представления выражения $(a + b + c)^{10}$ в виде многочлена и приведения подобных?

11. Рассматриваются все целые числа, являющиеся произведением ровно четырёх простых множителей из множества $\{2, 3, 5, 7, 11\}$ (среди четырёх множителей могут быть одинаковые). Сколько всего существует таких чисел?

12. В коллективе 10 сотрудников. Сколькими способами можно составить группу, содержащую 5 человек из членов этого коллектива.

13. Решить рекуррентное уравнение $u_{n+2} - 3u_{n+1} + 2u_n = 0$, $u_0 = -2$, $u_1 = 1$.

14. Решить рекуррентное уравнение $u_{n+1} - 3u_n = n$, $u_0 = 1$.

Раздел 5. Элементы математической логики

Контрольная работа №3

1. Логическая функция F задаётся выражением $(\neg x \wedge y \wedge z) \vee (\neg x \wedge \neg z)$. На рисунке приведён фрагмент таблицы истинности функции F , содержащий все наборы аргументов, при которых функция F истинна. Определите, какому столбцу таблицы истинности функции F соответствует каждая из переменных x, y, z .

?	?	?	F
0	0	0	1
1	0	0	1
1	1	0	1

В ответе напишите буквы x, y, z в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы.

2. Логическая функция F задаётся выражением $(z \vee y) \rightarrow (x \equiv z)$. На рисунке приведён частично заполненный фрагмент таблицы истинности функции F , содержащий неповторяющиеся строки. Определите, какому столбцу таблицы истинности функции F соответствует каждая из переменных x, y, z .

?	?	?	F
0		0	0
		0	0

В ответе напишите буквы x, y, z в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы. Буквы в ответе пишите подряд, никаких разделителей между буквами ставить не нужно.

3. Элементами множества A являются натуральные числа. Известно, что выражение $(x \in \{2, 4, 6, 8, 10, 12\}) \rightarrow (((x \in \{3, 6, 9, 12, 15\}) \wedge \neg(x \in A)) \rightarrow \neg(x \in \{2, 4, 6, 8, 10, 12\}))$

истинно (т. е. принимает значение 1) при любом значении переменной x .

Определите наименьшее возможное значение суммы элементов множества A .

4. Сколько различных решений имеет система уравнений

$$((X_1 \equiv X_2) \wedge (X_3 \equiv X_4)) \vee (\neg(X_1 \equiv X_2) \wedge \neg(X_3 \equiv X_4)) = 0$$

$$((X_3 \equiv X_4) \wedge (X_5 \equiv X_6)) \vee (\neg(X_3 \equiv X_4) \wedge \neg(X_5 \equiv X_6)) = 0$$

$$((X_5 \equiv X_6) \wedge (X_7 \equiv X_8)) \vee (\neg(X_5 \equiv X_6) \wedge \neg(X_7 \equiv X_8)) = 0$$

$$((X_7 \equiv X_8) \wedge (X_9 \equiv X_{10})) \vee (\neg(X_7 \equiv X_8) \wedge \neg(X_9 \equiv X_{10})) = 0$$

где $x_1, x_2, \dots, x_{10}$ – логические переменные? В ответе не нужно перечислять все различные наборы значений переменных, при которых выполнено данное равенство. В качестве ответа нужно указать количество таких наборов.

5. Найти многочлен Жегалкина для функции: $f = (x + \bar{y}) | (x \equiv yz)$.
6. Найти сокращённую ДНФ функции $f(x, y, z) = \overline{(x \rightarrow y) \vee (x \rightarrow yz)}$.
7. Найти СКНФ функции $f = (01011010)$.
8. Четыре друга - Антонов (А), Вехов (В), Сомов (С), Деев (Д) решили провести каникулы в четырех различных городах - Москве, Одессе, Киеве и Ташкенте. Определите, в какой город должен поехать каждый из них, если имеются следующие ограничения:
- 1) Если А не едет в Москву, то С не едет в Одессу.
 - 2) Если В не едет ни в Москву, ни в Ташкент, то А едет в Москву.
 - 3) Если С не едет в Ташкент, то В едет в Киев.
 - 4) Если Д не едет в Москву, то В не едет в Москву.
 - 5) Если Д не едет в Одессу, то В не едет в Москву.

Раздел 6. Графы

Контрольная работа №4

Граф G задан при помощи списков смежности:

0: 3 5

1: 8 8

2:

3: 0 8

4: 5

5: 7 4 0

6:

7: 5 8

8: 1 7 3 1

9:

Для графа G выполнить задания 1-4:

1. Нарисовать граф.
2. Нарисовать граф с минимальным числом пересечений и указать это число.

3. Обвести пунктиром на рис. п. 2 каждую компоненту связности.
4. Указать количество компонент связности, пронумеровать компоненты в соответствии с программой.

Для каждой компоненты связности графа G выполнить задания 5-12:

5. Указать количество вершин, ребер, петель.
 6. Указать между какими вершинами есть кратные ребра.
 7. Построить остовное дерево.
 8. Найти простой цикл максимальной длины.
 9. Если существует, то указать Эйлеров цикл и Эйлерову цепь.
 10. Указать максимальную и минимальную степень вершины и перечислить соответствующие вершины.
 11. Записать список ребер.
 12. Записать матрицу смежности.
 13. Найти матрицу смежности графа, заданного своей матрицей инцидентности
- | | | | |
|----|----|----|----|
| -1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | -1 | 0 | -1 |
| 0 | 1 | -1 | 0 |

Раздел 1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения.

Раздел 2. Элементы «наивной» теории множеств. Аксиоматика Пеано натуральных чисел. Раздел 3. Комбинаторика. Раздел 4. Структура общего решения.

Раздел 5. Теория кодирования. Раздел 6. Элементы математической логики.

Раздел 7. Графы

Примерные мини-проекты

1. Создать в русской Википедии статью на тему «Колчан (теория графов)» ([https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%87%D0%B0%D0%BD_\(%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%BE%D0%B2\)&action=edit&redlink=1](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%87%D0%B0%D0%BD_(%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%BE%D0%B2)&action=edit&redlink=1)) путём перевода соответствующей статьи из английской Википедии ([https://en.wikipedia.org/wiki/Quiver_\(mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Quiver_(mathematics))) или на основе русскоязычных источников.
2. Создать в русской Википедии статью на тему «Хоффман, Алан Джером» (https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A5%D0%BE%D1%84%D1%84%D0%BC%D0%B0%D0%BD_%D0%90%D0%BB%D0%B0%D0%BD_%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC&action=edit&redlink=1) путём перевода соответствующей статьи из английской Википедии (https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_J._Hoffman) или на основе русскоязычных источников.

Полный список примерных тем для мини-проектов можно найти по адресу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA:G2ii2g/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BA#%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен / зачёт

Вопросы к зачёту за 2 семестр

1. Предмет дискретной математики, его основные задачи и области применения. Теория множеств. Способы задания множеств.
2. Аксиоматика Пеано натуральных чисел. Взятие по модулю натурального числа.
3. Универсальное множество. Стандартные операции с множествами (дополнение, пересечение, объединение, разность, симметрическая разность).

4. Мощность множества. Подмножества и характеристическая функция множества. Отношения между множествами.
5. Множество всех подмножеств (булеан).
6. Декартово произведение двух и нескольких множеств. Кортежи.
7. Отношения. Бинарные отношения.
8. Бинарные отношения. Способы задания (перечисление, матрица, граф, характеристическое свойство, график, сечение).
9. Бинарные отношения. Область определения, значений, обратное отношение. Композиция отношений (перечисление, матрица, граф). Ассоциативность композиции.
10. Свойства бинарных отношений: рефлексивность, примеры. Рефлексивность в матрицах и на графах отношений. Граф отношения на одном множестве вершин.
11. Свойства бинарных отношений (антирефлексивность, корефлексивность).
12. Свойства бинарных отношений: симметричность, антисимметричность, асимметричность).
13. Свойства бинарных отношений (транзитивность).
14. Евклидовость отношения: правая, левая.
15. Свойства полноты (связности) и слабой связности.
16. Комбинированные отношения: трихотомии, квазипорядка,
17. Отношения эквивалентности.
18. Отношения порядка: строгого, нестрогого, частичного, линейного (совершенного).
19. Отношения доминирования, толерантности.
20. Мультимножества, кратность элемента, нечёткие множества.

Вопросы к экзамену за 3 семестр

1. Основные комбинаторные методы. Правила суммы, произведения.
2. Принцип включения и исключения.
3. Комбинаторные конфигурации. Размещения, перестановки, сочетания.
4. Бином Ньютона. Основные свойства биномиальных коэффициентов.
5. Полиномиальная формула и полиномиальные коэффициенты.
6. Комбинаторика. Задачи на перестановки.
7. Задачи на размещения. Задачи на сочетания.
8. Применение комбинаторики в алгебре. Обобщения сочетаний.
9. Рекуррентные соотношения. Линейные рекуррентные соотношения. Структура общего решения.
10. Линейные однородные рекуррентные уравнения с постоянными коэффициентами. Общее решение.
11. Линейные неоднородные рекуррентные уравнения с постоянными коэффициентами. Общее решение. Методы отыскания частного решения.
12. Суммирование последовательностей. Основные методы.
13. Теория кодирования: побуквенное кодирование; разделимые коды; префиксные коды; критерий однозначности декодирования; неравенство Крафта – Макмиллана.
14. Оптимальные коды; методы построения оптимальных кодов; метод Хаффмана.
15. Самокорректирующиеся коды; коды Хэмминга, исправляющие единичную ошибку.
16. Линейные коды и их простейшие свойства.
17. Использование побитовых операций для анализа кодирования информации.
18. Логические операции.
19. Алгебра логики. Конъюнктивная и дизъюнктивная нормальные формы. Приоритеты операций. Логические операции в C++ и их побитовые аналоги.
20. Аксиомы алгебры логики. Ассоциативность и дистрибутивность логических операций. Законы де Моргана.

Вопросы к зачёту за 4 семестр

1. Применение графов в математическом моделировании. Основные понятия теории графов. Определение графа. Рёбра. Вершины. Петли. Простые графы. Порядок и размер гра-

фа. Ориентированные графы. Дуги. Мультирёбра (кратные ребра). Мультиграфы. Псевдографы.

2. Пустые графы. Полные графы. Смежность вершин и рёбер. Инцидентность. Степень вершины. Теорема о сумме степеней вершин графа и её следствие. Изолированные вершины. Висячая вершина. Подграфы. Надграфы. Разновидности подграфов. Клика. Вершинно-порожденные и реберно-порожденные подграфы.

3. Путь (маршрут) в графе. Цепь. Простая цепь. Циклический путь. Цикл. Простой цикл. Треугольник. Длина пути. Расстояние между вершинами графа. Диаметр графа. Дополнение графа. Объединение графов.

4. Гамильтонов путь. Гамильтонов цикл. Гамильтонов граф. Полугамильтонов графы. Эйлеров путь. Эйлеров цикл. Эйлеров граф. Полуэйлеров граф. Критерий эйлеровости.

5. Способы задания графов. Наглядное изображение. Список ребер. Матрица смежности для неориентированного и ориентированного графов.

6. Недостатки матрицы смежности. Представление графа в виде списков смежности.

7. Веса ребер. Взвешенный граф. Матрица весов. Смысловое значение весов ребер при моделировании.

8. Матрица инцидентности для ориентированных и неориентированных графов. Гиперграфы.

9. Связные и несвязные графы. Компоненты связности, их число. Деревья и леса. Звезда. Остовное дерево. Свойства или альтернативные определения деревьев.

10. Изоморфизм и автоморфизм графов. Матрица смежности ребер. Реберный граф. Теорема Уитни.

11. Двудольные графы. Полный двудольный граф. Интерпретация двудольных графов в прикладных задачах. Циклы в двудольных графах. Деревья как двудольные графы. k -дольные графы. Полный k -дольный граф.

12. Планарные и непланарные графы. Укладка графа на плоскости. Плоские графы. Неplanарность графов K_5 и $K_{3,3}$. Минимальное число пересечений. Теорема Фари. Грани плоского графа. Графы, соответствующие выпуклым многогранникам. Теорема (формула) Эйлера и её следствия.

13. Двойственный и самодвойственный графы. Вложение графов на различных поверхностях и в пространстве. Книжное вложение графа. Евклидовы графы.

Вопросы к экзамену за 5 семестр

1. Раскраска вершин и рёбер графа. Раскрашиваемость вершин планарного графа пятью красками. Гипотеза четырёх красок.

2. Подразбиение графа. Деление ребра. Исключение вершины. Гомеоморфизм графов. Теорема Понтрягина-Куратовского.

3. Разделяющее множество в графе. Разделяющие ребра (мосты). Разделяющие вершины (шарниры). Реберно-односвязные и вершинно-односвязные графы. Реберно k -связные и вершинно k -связные графы.

4. Реберно и вершинно непересекающиеся пути. Теорема Менгера. Альтернативное определение вершинной/реберной k -связности, k -связность полных графов.

5. Ориентированные графы и их применение. Ориентированный маршрут. Ориентированные деревья. Корень и концевые вершины (листья).

6. Ориентированный цикл. Ориентированный ациклический граф. Базовый неориентированный граф. Транспортные сети.

7. Плотность графа. Насыщенный и разреженный графы. Сложность алгоритмов обработки графов по памяти и по времени.

8. Асимптотические обозначения для оценок сложности алгоритмов: Ω большое, O большое, Θ большое и соответствующие им графики.

9. Алгоритмы поиска в ширину (BFS [breadth first search]) и алгоритмы поиска в глубину (DFS [depth first search]) для обработки графов.

10. Использование поиска в глубину для подсчёта количества вершин в компоненте связ-

ности.

11. Нахождение кратчайших путей от данной вершины. Алгоритм Дейкстры.
12. Нахождение кратчайшего остовного дерева.
13. Метод «капель и связей».

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.				
1.	Задание закрытого типа	Матрицей смежности некоторого графа является $1) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $2) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $3) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ $4) \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$	3	1
2.		Число размещений с повторениями из n элементов на k мест можно вычислить следующим образом $1) \frac{n!}{(n-k)!}$ $2) n^k$ $3) k^n$ $4) n(n-1)(n-2)\dots(n-k+1)$	2	1
3.		Формулой логики высказываний не является $1) (A \vee B) \rightarrow A \wedge B$ $2) A \rightarrow B \rightarrow C \neg B$ $3) C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B$ $4) ((A \vee B) \vee C) \wedge D$	3	1
4.		В коллективе 10 сотрудников. Сколькими способами можно составить группу, содержащую 5 человек из членов этого коллектива	252	3
5.	Задание открытого типа	Какое отношение называется рефлексивным?	Рефлексивным называется бинарное отношение R на множестве X , при котором всякий элемент множества X находится в отношении R с самим собой	5
6.		Какое отношение называется антире-	Антирефлексивным называется	5

		флексивным?	бинарное отношение R на множестве X , при котором ни один элемент множества X не находится в отношении R с самим собой	
7.		Какое отношение называется корефлексивным?	Корефлексивным называется бинарное отношение R на множестве X , такое, что всякие два элемента (a,b) множества X , находящихся в отношении $(a,b) \in R$, совпадают друг с другом $a=b$	5
8.		Какое отношение называется симметричным?	Симметричным называется бинарное отношение R на множестве X , если для каждой пары элементов множества (a, b) выполнение отношения aRb влечёт выполнение отношения bRa	5
9.		Какое отношение называется антисимметричным?	Антисимметричным называется бинарное отношение R на множестве X , если для каждой пары элементов множества a,b выполнение отношений aRb и bRa влечёт $a=b$	5
10.	Задание комбинированного типа	Пусть $A = \{a, b, c, d\}$, $B = \{1, 2, 3\}$, $P_1 \subseteq A^2$, $P_2 \subseteq A \times B$, даны отношения $P_1 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (b, c), (c, c), (c, d), (d, d)\}$, $P_2 = \{(a, 1), (a, 2), (b, 2), (b, 3), (c, 3), (d, 3)\}$. Найти мощность множества A .	4	6
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.				
11.	Задание закрытого типа	Пусть $A = \{a, b, c, d\}$, $B = \{1, 2, 3\}$, $P_1 \subseteq A^2$, $P_2 \subseteq A \times B$, даны отношения $P_1 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (b, c), (c, c), (c, d), (d, d)\}$, $P_2 = \{(a, 1), (a, 2), (b, 2), (b, 3), (c, 3), (d, 3)\}$. Найти мощность множества B .	3	1
12.		Пусть $A = \{a, b, c, d\}$, $B = \{1, 2, 3\}$, $P_1 \subseteq A^2$, $P_2 \subseteq A \times B$, даны отношения $P_1 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (b, c), (c, c), (c, d), (d, d)\}$, $P_2 = \{(a, 1), (a, 2), (b, 2), (b, 3), (c, 3), (d, 3)\}$. Найти мощность множества P_1 .	7	1
13.		Пусть $A = \{a, b, c, d\}$, $B = \{1, 2, 3\}$, $P_1 \subseteq A^2$, $P_2 \subseteq A \times B$, даны отношения $P_1 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (b, c), (c, c), (c, d), (d, d)\}$, $P_2 = \{(a, 1), (a, 2), (b, 2), (b, 3), (c, 3), (d, 3)\}$. Найти мощность множества P_2 .	6	1
14.		Пусть $A = \{a, b, c, d\}$, $B = \{1, 2, 3\}$, $P_1 \subseteq A^2$, $P_2 \subseteq A \times B$, даны отношения $P_1 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (b, c), (c, c), (c, d), (d, d)\}$, $P_2 = \{(a, 1), (a, 2), (b, 2), (b, 3), (c, 3), (d, 3)\}$. Найти мощность множества A^2 .	16	1
15.	Задание открытого типа	Какое отношение называется асимметричным?	Асимметричным называется бинарное отношение R на множестве X , обладающее для любых a, b из X следующим свойством: если a связано данным	5

			отношением с b, то b не связано с a	
16.		Какое отношение называется транзитивным?	Транзитивным называется бинарное отношение R на множестве X, если для любых трёх элементов множества a,b,c выполнение отношений aRb и bRc влечёт выполнение отношения aRc	5
17.		Какое отношение называется правым евклидовым?	Правым евклидовым называется бинарное отношение R на множестве X, если для любых трёх элементов множества a,b,c выполнение отношений aRb и aRc влечёт выполнение отношения bRc	5
18.		Какое отношение называется левым евклидовым?	Левым евклидовым называется бинарное отношение R на множестве X, если для любых трёх элементов множества a,b,c выполнение отношений bRa и cRa влечёт выполнение отношения bRc	5
19.		Какое отношение называется отношением эквивалентности?	Отношением эквивалентности называется бинарное отношение R на множестве X, которое является одновременно рефлексивным, симметричным и транзитивным	5
20.	Задание комбинированного типа	Пусть $A = \{a, b, c, d\}$, $B = \{1, 2, 3\}$, $P_1 \subseteq A^2$, $P_2 \subseteq A \times B$, даны отношения $P_1 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (b, c), (c, c), (c, d), (d, d)\}$, $P_2 = \{(a, 1), (a, 2), (b, 2), (b, 3), (c, 3), (d, 3)\}$. Найти мощность множества $A \times B$.	12	6

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
2 семестр				
Основной блок				
1.	Тест	1/30	30	
2.	Контрольная работа	1/30	30	
3.	Информационное сообщение	1/30	30	
Всего			90	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий		6	
5.	Своевременное выполнение всех заданий		4	
Всего			10	-
ИТОГО			100	
3 семестр				

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
	<i>Тест</i>	1/15	15	
1	<i>Контрольная работа</i>	1/15	15	
	<i>Информационное сообщение</i>	1/15	15	
Всего			45	
Блок бонусов				
6.	<i>Посещение занятий</i>		6	
7.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		4	
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
8.	<i>Экзамен</i>		45	
Всего			45	-
ИТОГО			100	
4 семестр				
Основной блок				
9.	<i>Контрольная работа</i>	1/30	30	
10.	<i>Мини-проект</i>	1/60	60	
Всего			90	-
Блок бонусов				
11.	<i>Посещение занятий</i>		6	
12.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		4	
Всего			10	-
ИТОГО			100	
5 семестр				
Основной блок				
13.	<i>Контрольная работа</i>	2/5	10	
14.	<i>Мини-проект</i>	1/40	40	
Всего			50	-
Блок бонусов				
15.	<i>Посещение занятий</i>		3	
16.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		2	
Всего			5	-
Дополнительный блок**				
17.	<i>Экзамен</i>		45	
Всего			45	-
ИТОГО			100	

Таблица 11 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Оценки по 4-балльной шкале		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Гашков, С. Б. Дискретная математика: учебник и практикум для вузов / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 483 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11613-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511483> (Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ).
2. Баврин, И. И. Дискретная математика. Учебник и задачник: для вузов / И. И. Баврин. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07065-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511261> (Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ).
3. Асанов М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: учеб. пособ. - 2-е изд.; испр. и доп. - СПб.: Лань, 2010. - 368 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1068-2: 449-90: 449-90. (19 экз.)
4. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Васильева А. В. - Красноярск: СФУ, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763835113.html> (ЭБС «Консультант студента»).
5. Казанский А.А. Дискретная математика. Краткий курс: учебное пособие [Электронный ресурс] / Казанский А.А. - М.: Проспект, 2016. - 317 с. - ISBN 978-5-392-19545-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392195459.html> (ЭБС «Консультант студента»).
6. Спирина М.С. Дискретная математика: Доп. М-вом образования РФ в качестве учеб. для среднего проф. образования по спец. «Автоматизированные системы обработки информации и управления (по отраслям)», «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». - 4-е изд.; испр. - М.: Академия, 2007. - 368 с. - (Сред. проф. образование). - ISBN 978-5-7695-4562-7: 364-65: 364-65. (39 экз.)
7. Калитин Д.В., Основы дискретной математики: теория графов / Д.В. Калитин, О.С. Калитина - М.: МИСиС, 2017. - <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846686.html> (ЭБС «Консультант студента»).
8. Гладков Л.А., Специальные разделы теории графов: учебное пособие / Гладков Л. А. - Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2018. - <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927527793.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Дополнительная литература

1. Авдошин С.М. Дискретная математика. Модулярная алгебра, криптография, кодирование [Электронный ресурс] / Авдошин С. М., Набебин А. А. - М.: ДМК Пресс, 2017. - 352 с. - ISBN 978-5-94074-408-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744083.html> (ЭБС «Консультант студента»).
2. Дискретная математика. Булевы функции: сборник контрольных работ [Электронный ресурс] / Викторова Н. Б. - М.: Проспект, 2018. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392241972.html> (ЭБС «Консультант студента»).
3. Тюрин С.Ф., Дискретная математика: Практическая дискретная математика и математическая логика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.Ф. Тюрин, Ю.А. Аляев. - М.: Финансы и статистика, 2012. - 384 с. - ISBN 978-5-279-03463-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279034635.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ раздел «Легендарные книги».

2. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал: <http://elibrary.ru>
4. ИНТУИТ(национальный открытый университет) <http://www.intuit.ru/department/se/oip/>
5. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения **лекционных занятий**:

1. Используется аудитория, оборудованная необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
2. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
3. Электронная доска должна быть подключена к сети Интернет.

Для проведения **лабораторных занятий**:

1. Лабораторные занятия проводятся с группами или подгруппами не более 15 человек.
2. Аудитория должна быть оснащена необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
3. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
4. В аудитории должно быть не менее 15 компьютеров, находящихся в исправном состоянии.
5. Расположение компьютеров в аудитории должно позволять преподавателю подойти к рабочему месту студента.
6. Компьютеры должны быть соединены локальной сетью со скоростью не менее 1 Гбит/с и подключены к сети Интернет.
7. Компьютеры должны обладать минимальными характеристиками:
 - Оперативная память 16 ГБ
 - Накопитель SSD 500 ГБ
 - Процессор 12th Gen Intel(R) Core(TM) i3-12100
 - Видеоадаптер Intel(R) UHD Graphics 730

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комис-

сии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).