

Минобрнауки России
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных наук
Крыловецкий Александр Абрамович

03.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.07 Дискретная математика

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

Встраиваемые вычислительные системы и интернет вещей, Информационные системы в телекоммуникациях, Информационные системы и сетевые технологии, Информационные системы и технологии в управлении предприятием, Обработка информации и машинное обучение, Программная инженерия в информационных системах, Информационные технологии в цифровом дизайне

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Кургалин Сергей Дмитриевич, д. ф.-м. н., профессор

7. Рекомендована: протокол НМС № 7 от 03.05.2023

8. Учебный год:

2023-2024 и 2024-2025

Семестры:

2, 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование терминологической базы и представлений об алгоритмических основах дискретной математики;
- изучение основных методов дискретной математики, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основные понятия дискретной математики и методы дискретной математики, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач;
- сформировать умение реализовывать методы дискретной математики на ЭВМ;
- овладеть навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения практических задач.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дискретная математика входит в цикл профессиональных дисциплин в обязательной части блока Б1, являясь неотъемлемой частью предметной области «Математика». Для успешного изучения данного курса необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения школьного курса математики. Дисциплина является вводной и служит основой для дальнейшего изучения математических дисциплин.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знать: основные понятия дискретной математики и методы дискретной математики, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Уметь: реализовывать методы дискретной математики на ЭВМ
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеть: навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения практических задач

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.	ОПК-8.1 Знает методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем	Знать: основные понятия дискретной математики и методы дискретной математики, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов
ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.	ОПК-8.2 Умеет применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем	Уметь: реализовывать методы дискретной математики на ЭВМ
ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.	ОПК-8.3 Имеет навыки моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем	Владеть: навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения практических задач

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

6/216

Форма промежуточной аттестации:

Зачет, Экзамен

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 2	Семестр 3	Всего
Аудиторные занятия	64	32	96
Лекционные занятия	32	16	48
Практические занятия	32		32
Лабораторные занятия		16	16
Самостоятельная работа	44	40	84
Курсовая работа			0
Промежуточная аттестация	0	36	36

Часы на контроль		36	36
Вид учебной работы	Семестр 2	Семестр 3	Всего
Всего	108	108	216

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Введение.	Моделирование. Алгоритм Прима.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
2	Теория множеств	Способы задания множеств; подмножества; универсум и пустое множество; операции над множествами и их свойства; булева алгебра множеств; декартово произведение множеств; свойства бинарных отношений; отношения эквивалентности; формула включений и исключений.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
3	Основы комбинаторики	Сочетания и разбиения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
4	Бином Ньютона	Доказательство формулы бинома Ньютона.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
5	Теория графов	Определение графа.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
6	Деревья	Деревья и их свойства.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК

7	Основы математической логики	Простые и составные высказывания. Основные схемы доказательств.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
8	Понятие алгоритма	Определение алгоритма. Свойства алгоритмов. Асимптотическая сложность алгоритмов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792
9	Машина Тьюринга	Определение машины Тьюринга.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2208 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10772 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4792

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	2	0	0	8	10
2	Теория множеств	8	6	0	8	22
3	Основы комбинаторики	6	6	0	10	22
4	Бином Ньютона	2	6	0	8	16
5	Теория графов	10	6	0	10	26
6	Деревья	6	8	0	10	24
7	Основы математической логики	6	0	6	10	22
8	Понятие алгоритма	4	0	6	10	20
9	Машина Тьюринга	4	0	4	10	18
		48	32	16	84	180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из выполнения практических и лабораторных заданий в объёме, предусмотренном учебным планом.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Большее количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Папшев, С. В. Дискретная математика. Курс лекций для студентов естественнонаучных направлений подготовки [Электронный ресурс] : учебное пособие / Папшев С. В. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2019 .— 192 с. — Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-3292-9 .— <URL: https://e.lanbook.com/book/113904 >
2	Судоплатов, С. В. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебник / Судоплатов С. В. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. Серия "Учебники НГТУ" .— Москва : Издательство НГТУ, 2016 .— 280 с. —<URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228207.html >
3	Шевелев, Ю. П. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Шевелев Ю. П. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019 .— 592 с. —<URL: https://e.lanbook.com/book/118616 >

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Акимов, О.Е. Дискретная математика : логика, группы, графы. — М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. — 376 с.
№ п/п	Источник
2	Андерсон, Д. Дискретная математика и комбинаторика / Д. Андерсон.— Москва ; СанктПетербург ; Киев : Вильямс, 2004.— 960 с.
3	Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы : учеб. пособие / А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман. - М. : Вильямс, 2001. — 382 с.

4	Борзунов, С. В. Задачи по дискретной математике : [учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки ВО 03.03.03 - Радиофизика] / С.В. Борзунов, С.Д. Кургалин .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016 .— 520 с.
5	Гаврилов, Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике : учеб. пособие / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко.— 3-е изд.— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 416 с.
6	Кормен, Т. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. - М. : МЦМНО, 1999. – 960 с.
7	Макконнелл, Дж. Анализ алгоритмов : Активный обучающий подход / Дж. Макконнелл.— 3-е изд.— Москва : Техносфера, 2013.— 416 с.
8	Новиков, Ф. А. Дискретная математика : учеб. для вузов : стандарт третьего поколения / Ф. А. Новиков.— 3-е изд.— Санкт-Петербург : Питер, 2014.— 399 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Электронная библиотека ВГУ https://lib.vsu.ru
2	Электронный университет ВГУ https://edu.vsu.ru
3	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/
4	«Университетская библиотека online» https://biblioclub.ru/
5	«Консультант студента» http://www.studmedlib.ru/
6	«РУКОНТ» (ИТС Контекстум) https://lib.rucont.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Борзунов, С. В. Задачи по дискретной математике : [учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки ВО 03.03.03 - Радиофизика] / С.В. Борзунов, С.Д. Кургалин .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016 .— 520 с.
2	Гаврилов, Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике : учеб. пособие / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко.— 3-е изд.— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 416 с.
3	Судоплатов, С. В. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебник / Судоплатов С. В. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. Серия "Учебники НГТУ" .— Москва : Издательство НГТУ, 2016 .— 280 с. —<URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228207.html >

4	Шевелев, Ю. П. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Шевелев Ю. П. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019 .— 592 с. —<URL:https://e.lanbook.com/book/118616>
---	---

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором; компьютерный класс с необходимым программным обеспечением, оснащенный сетью Интернет; специализированная Мебель: доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве.

ОС Windows v.7, 8, 10, набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Разделы 1-9	ОПК-1	ОПК-1.1	Контрольная работа, лабораторная работа
2	Разделы 1-9	ОПК-1	ОПК-1.2	Контрольная работа, лабораторная работа
3	Разделы 1-9	ОПК-1	ОПК-1.3	Контрольная работа, лабораторная работа
4	Разделы 7-9	ОПК-8	ОПК-8.1	Контрольная работа, лабораторная работа
5	Разделы 7-9	ОПК-8	ОПК-8.2	Контрольная работа, лабораторная работа
6	Разделы 7-9	ОПК-8	ОПК-8.3	Контрольная работа, лабораторная работа

Промежуточная аттестация

Форма контроля — Зачет, Экзамен

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Комплект КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольная работа, лабораторная работа.

Примеры заданий для контрольной работы:

Контрольная работа № 1 Вариант 1

Задание 1 (10 баллов). Запишите отрицание предиката $P(n) = \{ \text{натуральное число } n \text{ является простым} \}$.

Задание 2 (20 баллов). Выпишите все подмножества множества $A = \{a, b, c\}$.

Задание 3 (20 баллов). В классе 29 учеников. Из них посещают спортивную секцию 13 человек, кружок авиамоделирования — 6, дополнительные занятия по математике — 19. Двое занимаются авиамоделированием и спортом, 7 — спортом и математикой, 4 — авиамоделированием и математикой. Никто из учащихся не посещает все внеклассные мероприятия. Сколько учеников посещает только один факультатив и сколько не интересуется ими вообще?

Контрольная работа № 2 Вариант 1

Задание 1 (10 баллов). Выпишите матрицу смежности и список смежности графа $G(V,E)$ на множестве вершин $V = \{a,b,c,d,e\}$ со множеством рёбер $E = \{ac,bd,be,de\}$.

Задание 2 (20 баллов). Является ли полный граф K_n для $n > 1$ эйлеровым? гамильтоновым?

Задание 3 (20 баллов). Чему равны хроматическое число и хроматический индекс графа Петерсена P_{10} ?

Контрольная работа № 3 Вариант 1

Задание 1 (10 баллов). Докажите, что $\sin(n^2 + 1) \in O(1)$.

Задание 2 (20 баллов). Докажите, что через штрих Шеффера может быть выражена любая функция булевой алгебры.

Задание 3 (20 баллов). Оцените асимптотическую сложность сортировки вставками.

Описание технологии проведения: обучающемуся случайным образом дается вариант контрольной работы. На письменное выполнение заданий предоставляется 2 академических часа. Примеры вариантов приведены выше.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания): за полное выполнение каждого задания выставляется максимальный балл, приведенный выше. Оценка снижается, если в процессе выполнения задания были допущены ошибки и неточности. Оценка 0 баллов ставится либо за полностью невыполненное задание, либо при наличии грубых ошибок.

Перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Изучение рекурсивных алгоритмов.

Лабораторная работа №2. Алгоритмы поиска.

Лабораторная работа №3. Алгоритмы сортировки.

Лабораторная работа №1.

Цель работы: изучить особенности рекурсивных алгоритмов на примере алгоритма вычисления определителя вещественной матрицы.

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы и проверку ее работы на контрольном примере.

Отчет о работе заключается в демонстрации работы программы, написанной на языке программирования высокого уровня, и объяснении принципов построения ее работы.

Задание. В текстовом файле input.txt записаны подряд по строкам элементы целочисленной квадратной матрицы A . Используя рекурсию, вычислите определитель $\det A$. Результат выведите в текстовый файл output.txt.

Лабораторная работа №2 Цель

работы: изучить реализацию алгоритмов поиска.

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы и проверку ее работы на контрольном примере.

Отчет о работе заключается в демонстрации работы программы, написанной на языке программирования высокого уровня, и объяснении принципов построения ее работы.

Задание:

1) В текстовом файле input.txt представлен массив из N целых чисел от 1 до N , расположенных в произвольном порядке без повторений. Реализуйте функцию поиска в этом массиве на основе алгоритма последовательного поиска. Головная программа должна вызывать функцию поиска для каждого элемента массива от 1 до N . В текстовый файл output.txt выведите среднее число сравнений, проведенных программой последовательного поиска.

2) Выполните то же для двоичного поиска в упорядоченном массиве.

3) Выполните то же для интерполяционного поиска в упорядоченном массиве.

Сравните вычислительную сложность рассмотренных алгоритмов.

Лабораторная работа №3

Цель работы: изучить особенности реализации быстрой сортировки.

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы и проверку ее работы на контрольном примере.

Отчет о работе заключается в демонстрации работы программы, написанной на языке программирования высокого уровня, и объяснении принципов построения ее работы.

Задание.

В текстовом файле input.txt записано натуральное число N , определяющее размер массива list, причём $N < 15$. Сформируйте всевозможные варианты массива list и в текстовый файл output.txt выведите массив, на котором алгоритм быстрой сортировки выполняет максимальное количество сравнений.

Описание технологии проведения: до момента завершения текущей аттестации обучающийся должен сдать лабораторную работу. Если работа не зачтена, обучающийся после соответствующей доработки должен сдать лабораторную работу повторно.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания): для получения оценки «зачтено» необходимо показать высокий уровень владения теоретическим материалом, уметь объяснить принцип работы написанной программы, верно ответить на дополнительные вопросы.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплект КИМ.

Зачет выставляется, если сданы все текущие аттестации. Для этого, в свою очередь, необходимо сдать все лабораторные работы и написать все контрольные работы на оценку не ниже 25 баллов.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Логика высказываний.
2. Логическая эквивалентность.
3. Законы алгебры логики.
4. Кванторы.
5. Основные методы доказательств.
6. Принцип математической индукции.
7. Основные операции на множествах.
8. Мощность множества.
9. Формула включений и исключений.
10. Теорема о несчётной множестве.
11. Декартово произведение множеств.
12. Характеристический вектор множества.
13. Свойства отношений.
14. Замыкание отношения.
15. Отношения эквивалентности и частичного порядка.
16. Теорема Дилуорса.
17. Композиция отношений.
18. Основные элементарные функции.
19. График функции.
20. Правило суммы и произведения.
21. Размещения и сочетания.
22. Бином Ньютона.
23. Полиномиальное разложение.
24. Простые графы.
25. Представления графов.
26. Отношение изоморфизма.
27. Хроматические характеристики.
28. Деревья.
29. Ориентированные графы.
30. Связность, достижимость.
31. Законы булевой алгебры.
32. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.

33. Полином Жегалкина.
34. Критерий Поста.
35. Карты Карно.
36. Функциональные схемы.
37. Классы функций относительно скорости асимптотического роста.
38. Основная теорема о рекуррентных соотношениях.
39. Рекурсивные алгоритмы.
40. Алгоритмы поиска (двоичный поиск, интерполяционный поиск).
41. Алгоритмы сортировки (сортировка вставками, пузырьковая, выбором, Шелла, быстрая).
42. Оценка асимптотической сложности алгоритмов.

Примеры типовых контрольно-измерительных материалов:

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Кванторы.
2. Деревья.
3. Алгоритмы сортировки (сортировка вставками, пузырьковая, выбором, Шелла, быстрая).

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Принцип математической индукции.
2. Ориентированные графы.
3. Алгоритмы поиска (двоичный поиск, интерполяционный поиск).

Описание технологии проведения. Обучающемуся случайным образом дается КИМ, содержащий 3 вопроса из перечня выше. На выполнение заданий предоставляется 2 академических часа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания). Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели: знание основных понятий дискретной математики и методов дискретной математики, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов; умение реализовывать методы дискретной математики на ЭВМ; владение навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения практических задач.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

Вопросы с выбором

1. Пусть задано множество $A = \{a, b, c, d, e\}$. Какие из перечисленных ниже множеств образуют разбиение A ?
 - а) $\{\{a\}, \{b\}, \{c\}, \{d, e\}\}$;
 - б) $\{\{a, b, c, d\}, \{c, e\}\}$;
 - в) $\{\emptyset, \{a, b\}, \{c\}, \{a, b, c, d, e\}\}$;
 - г) $\{\{a, c\}, \{b, c\}, \{d, c\}\}$.

2. Пусть $A = \{a, b, c, d\}$ и $B = \{1, 2, 3, 4\}$. Какие из нижеперечисленных отношений между множествами A и B являются функциями, определенными на A со значениями в B ?

а) $\{(a, 4), (b, 2), (b, 4), (c, 3), (d, 1)\}$;

б) $\{(a, 2), (b, 1), (c, 3), (d, 4)\}$;

в) $\{(a, 3), (b, 1), (d, 2)\}$;

г) $\{(a, 1), (b, 3), (c, 4), (d, 1)\}$.

3. Каким классам принадлежит булева функция $f(x, y) = x \wedge y$?

а) T_1 ;

б) S ;

в) L ;

г) M .

4. Какими свойствами обладает полный граф K_{10} ?

а) эйлеров, гамильтонов;

б) эйлеров, не гамильтонов;

в) не эйлеров, гамильтонов;

г) не эйлеров, не гамильтонов.

5. Найдите асимптотическую оценку скорости роста решения рекуррентного соотношения $T(n) = 2T(n/2) + n^{1/2}$:

а) $\Theta(n^{1/2})$;

б) $\Theta(n)$;

в) $\Theta(n \log_2 n)$;

г) $\Theta(n^2)$.

Вопросы с коротким ответом

6. Мощность булеана множества A равна 512. Какова мощность множества A^3 ?

7. Известно, что дерево T имеет одну вершину степени 3, шесть вершин степени 2 и семь – степени 1. Остальные вершины дерева имеют степень 4. Сколько вершин степени 4 есть у дерева T ?

Вопросы с развернутым ответом

8. Сформулируйте метод математической индукции и с его помощью докажите, что для всех натуральных n справедливо утверждение:

$13^{n+1} + (-1)^n 12^{n+1}$ кратно 25.

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся приводит верную и полную формулировку метода математической индукции, дает развернутое и безошибочное доказательство предложенного утверждения с помощью метода математической индукции. Исследована	3 балла

база индукции и шаг индукции применительно к доказываемому утверждению.	
Обучающийся приводит верную и достаточно полную формулировку метода математической индукции, дает развернутое доказательство предложенного утверждения с помощью метода математической индукции. В описании и доказательстве допускаются отдельные незначительные неточности.	2 балла
Обучающийся приводит верную и достаточно полную формулировку метода математической индукции. Доказательство предложенного утверждения с помощью метода математической индукции содержит отдельные неточности в проверке базы индукции или индуктивного перехода.	1 балл
Формулировка метода математической индукции неполна или отсутствует. Представлено неполное или содержащее грубые ошибки доказательство, либо доказательство отсутствует.	0 баллов

Правильные ответы

Вопросы с выбором

1. а
2. б, г
3. а, г
4. в
5. б

с коротким ответом

6. 729
7. 2

Требования к студентам при проведении промежуточной аттестации

Свободное владение методами математического анализа для решения практических задач и упражнений. Знание теоретического материала, свободное владение техникой доказательства теорем, умение математически грамотно формулировать утверждения и теоремы, а также их доказывать.

Критерии и шкалы оценивания при проведении промежуточной аттестации

Шкала оценивания (суммарный % правильных ответов)	Критерии оценивания
«отлично» (85% –100 %)	Оценка «отлично» выставляется, если студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках

	<p>учебного материала. Правильно выполнил практическое задание. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>«хорошо» (71% – 84 %)</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется, если студент с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания.</p> <p>Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
<p>«удовлетворительно» (51% – 70 %)</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных</p> <p>знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы.</p>
<p>«неудовлетворительно» (0% – 50 %)</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>