

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой вычислительной математики  
и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)



Т.М. Леденева

26.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.14 Дискретная математика**

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**  
01.03.02 Прикладная математика и информатика
- 2. Профиль подготовки/специализация:** все профили
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)
- 6. Составитель программы:** Леденева Татьяна Михайловна, д.т.н., профессор кафедры ВМ и ПИТ факультета ПММ
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ 26.05.2023г., протокол №7.
- 8. Учебный год:** 2023/2024                      **Семестры:** 1,2
- 9. Цели и задачи учебной дисциплины:**  
*Цель учебной дисциплины:* сформировать у обучающихся комплекс знаний по основным разделам дискретной математики, образующих теоретическую основу для формализации прикладных задач и выбора методов их решения с использованием данного математического аппарата.  
*Задачи учебной дисциплины:*  
изучение основных разделов дискретной математики;  
ознакомление с примерами прикладных задач, для формализации которых используется математический аппарат дискретной математики;  
формирование у обучающихся навыков использования современных математических и инструментальных средств, базирующихся на математическом аппарате дискретной математики, для решения простейших прикладных задач из области профессиональной деятельности.
- 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина «Дискретная математика» входит в обязательную часть учебного плана и изучается в 1 и 2 семестрах.

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

| Код  | Название компетенции  | Код(ы)  | Индикатор(ы)  | Планируемые результаты обучения   |
|------|---|---------|---|---|
| ОПК1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и/или естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 | Демонстрирует знания, относящиеся к базовым дисциплинам математики, информатики и естественных наук.                                      | <i>Знать:</i> основную терминологическую базу дискретной математики.<br><i>Уметь:</i> решать типовые задачи, относящиеся к основным темам дисциплины.<br><i>Владеть:</i> методами использования математических структур дискретной математики для решения некоторых классов прикладных задач.   |
|      |   | ОПК-1.3 | Использует современные математические инструментальные средства для решения поставленной задачи, анализирует и интерпретирует результаты. | <i>Знать:</i> методы и алгоритмы решения прикладных задач, для формализации которых используется аппарат дискретной математики.<br><i>Уметь:</i> анализировать и интерпретировать решения задач, полученные с использованием методов дискретной математики.<br><i>Владеть:</i> инструментальными средствами дискретной математики для решения некоторых прикладных задач. |

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) – 8/288.**

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (2), контрольная работа (4).

**13. Трудоемкость по видам учебной работы:**

| Вид учебной работы       |              | Трудоемкость |              |        |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------|
|                          |              | Всего        | По семестрам |        |
|                          |              |              | 1 сем.       | 2 сем. |
| Контактная работа        |              | 128          | 64           | 64     |
| в том числе:             | лекции       | 64           | 32           | 32     |
|                          | практические | 64           | 32           | 32     |
| Самостоятельная работа   |              | 88           | 44           | 44     |
| Промежуточная аттестация |              | 72           | 36           | 36     |
| Итого                    |              | 288          | 144          | 144    |

**13.1 Содержание разделов дисциплины:**

| № п/п            | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины   | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |
|------------------|---------------------------------|---|--|
| <b>1. Лекции</b> |                                 |   |  |
| 1.1              | Введение                        | Соотношение между дискретным и непрерывным подходом к изучению различных явлений. Цель и задачи изучения дисциплины | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru            |

|                                |                                |  |   |
|--------------------------------|--------------------------------|--|---|
| 1.2                            | Элементы теории множеств       | Основные понятия и определения теории множеств. Способы задания множеств. Операции над множествами и их свойства. Диаграммы Эйлера – Венна. Разбиение и покрытие. Мощность множества. Формула включений и исключений. Нечеткие множества и операции над ними.  | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 1.3                            | Элементы теории отношений      | Бинарные отношения. Операции над отношениями. Свойства инверсии и композиции. Графы. Матричные операции над отношениями и операции на графах. Свойства бинарных отношений. Отношения эквивалентности, фактор-множество и задача классификации. Отношения порядка. Упорядоченные множества. Изоморфизм упорядоченных множеств. Основные алгебраические структуры. Понятие модели.   | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 1.4                            | Элементы комбинаторики         | Классификация комбинаторных задач и характеристика их основных типов. Основные правила комбинаторики. Основные комбинаторные конфигурации: сочетания, размещения, перестановки с повторениями и без повторений. Комбинаторика разбиений. Полиномиальная теорема и бином Ньютона. Биномиальные коэффициенты и их свойства. Треугольник Паскаля. Линейные рекуррентные соотношения. Общее и частное решения. Производящие функции и их свойства. Метод производящих функций.   | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 1.5                            | Элементы теории графов         | Графы: основные понятия и определения. Матричные представления графов. Некоторые типы графов и подграфов. Связность и сильная связность. Алгоритмы определения сильных компонент. Конденсация. Базы и антибазы графа. Независимые и доминирующие множества. Клика. Ядро. Дерево и остов. Теорема о числе остовных деревьев. Кратчайший остов. Некоторые экстремальные задачи на графах: задача о кратчайшем пути (алгоритм Дейкстры), задача о критическом пути, задача о максимальном потоке и минимальном разрезе (алгоритм Форда – Фалкерсона).   | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 1.6                            | Элементы математической логики | Высказывания и операции над ними. Алгебра высказываний. Равносильность формул. Двойственность. Разложения Шеннона. ДНФ и КНФ. Совершенные нормальные формы. Алгоритмы приведения к совершенным нормальным формам. Карты Карно. Проблема минимизации и ее геометрическая интерпретация. Сокращенная, тупиковая и минимальная ДНФ. Метод Квайна. Минимизация в классе КНФ. Логическое следствие и правильные рассуждения. Алгоритм определения всех заключений из данной системы посылок. Алгоритм определения всех посылок для данного заключения. Булевы функции и способы их представления. Алгебра булевых функций. Многочлен Жегалкина. Функционально-замкнутые классы булевых функций. Критерий полноты системы булевых функций. Базис. Схемы из функциональных элементов. Предикаты. Типы предикатов. Операции навешивания кванторов и их свойства. | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 1.7                            | Элементы теории кодирования    | Основные понятия теории кодирования. Типы кодов. Количественные характеристики кодов. Кодовое дерево. Код Фано. Неравенство Крафта. Основная теорема теории кодирования. Метод Хаффмана оптимального кодирования.  | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| <b>2. Практические занятия</b> |                                |  |   |
| 2.1                            | Элементы теории множеств       | Операции над множествами и их свойства. Мощность множества.  | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 2.2                            | Элементы теории отношений      | Способы задания отношений. Операции над отношениями. Свойства и типы бинарных отношений. Отношение эквивалентности. Отношение порядка. Диаграммы Гессе.  | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 2.3                            | Элементы комбинаторики         | Основные комбинаторные принципы и конфигурации. Биномиальные коэффициенты и их свойства. Рекуррентные соотношения. Производящие функции.   | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |

|     |                                |   |   |
|-----|--------------------------------|---|---|
| 2.4 | Элементы теории графов         | Матричные представления графов. Алгоритм поиска сильных компонент, баз и антибаз орграфа. Алгоритм раскраски. Алгоритм нахождения кратчайшего пути. Алгоритм нахождения кратчайшего остова. Алгоритм Форда-Фалкерсона   | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 2.5 | Элементы математической логики | Логические операции и их свойства. Канонические представления: нормальные и совершенные нормальные формы. Полные системы булевых функций. Минимизация булевых функций в классе нормальных форм. Предикаты (использование предикатов для записи математических предложений). | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |
| 2.6 | Элементы теории кодирования    | Количественные характеристики кодов. Кодовое дерево. Код Фано. Метод Хаффмана оптимального кодирования.   | moodle<br>(Дискретная математика)<br>edu.vsu.ru |

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

| №      | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) |              |                        |       |
|--------|--|---------------------------------|--------------|------------------------|-------|
|        |  | Лекции                          | Практические | Самостоятельная работа | Всего |
| 1      | Введение                               | 1                               | 0            | 2                      | 3     |
| 2      | Элементы теории множеств               | 7                               | 8            | 12                     | 27    |
| 3      | Элементы теории отношений              | 10                              | 8            | 16                     | 34    |
| 4      | Элементы комбинаторики                 | 12                              | 10           | 16                     | 38    |
| 5      | Элементы теории графов                 | 16                              | 18           | 18                     | 52    |
| 6      | Элементы математической логики         | 16                              | 18           | 20                     | 54    |
| 7      | Элементы теории кодирования            | 2                               | 2            | 4                      | 8     |
| Итого: |  | 64                              | 64           | 88                     | 216   |

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Лекционные занятия (лекции) реализуются в традиционной форме в соответствии с календарным планом-графиком чтения лекций. Целесообразно лекции сопровождать практическими занятиями для лучшего понимания материала и формирования навыков и умений для решения задач, относящихся к различным разделам дискретной математики. Следует уделить внимание вопросам представления объектов дискретной математики в компьютерных программах. В рамках данной дисциплины студенты должны ознакомиться не только с принципами построения алгоритмов и базовыми алгоритмами, но и научиться строить алгоритмы для решения простейших задач, связанных с приложениями дискретной математики.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения необходимо выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

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

а) основная литература:

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | Судоплатов, С. В. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 279 с. – URL: <a href="https://urait.ru/bcode/450002">https://urait.ru/bcode/450002</a> |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 2     | 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, 2020. – 483 с. – URL: <a href="https://urait.ru/bcode/450614">https://urait.ru/bcode/450614</a>       |
| 3     | Пак, В. Г. Дискретная математика: теория множеств и комбинаторный анализ. Сборник задач : учебное пособие для вузов / В. Г. Пак. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 235 с. – URL: <a href="https://urait.ru/bcode/453113">https://urait.ru/bcode/453113</a> |

|   |  |
|---|--|
| 4 | Таранников, Ю. В. Дискретная математика. Задачник : учебное пособие для вузов / Ю. В. Таранников. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 385 с. – (Высшее образование). – URL: <a href="https://urait.ru/bcode/450627">https://urait.ru/bcode/450627</a>                   |
| 5 | Гладков Л.А. Дискретная математика / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М. : Физматлит, 2014. – 496 с.  |
| 6 | Канцедал С.А. Экстремальные задачи дискретной математики / С.А. Канцедал. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 304 с.<br>Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=61&amp;page=7">http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=61&amp;page=7</a> |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

|       |  |
|-------|--|
| № п/п | Источник   |
| 7     | <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – Электронный каталог Научной библиотеки ВГУ  |
| 8     | Леденева, Т.М. Курс «Дискретная математика» / Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». – Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6084">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6084</a> |

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения

|       |   |
|-------|---|
| № п/п | Источник  |
| 9     | Леденева Т.М. Сборник задач по дискретной математике / Т.М. Леденева, С.Ю. Балашева. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. – 145 с. |
| 10    | Борзунов С.В. Задачи по дискретной математике / С.В. Борзунов, С.Д. Кургалин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2016. – 582 с.                  |

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, смешанное обучение.

При реализации дисциплины используется классическая модель лекционных и практических занятий. Организационная модель проведения занятий базируется на здоровьесберегающей технологии, строгом соблюдении санитарно-гигиенических норм и правил техники безопасности в учебных помещениях. В процессе чтения лекций у обучающихся формируются следующие качества: интерес к содержанию дисциплины, критическое мышление, способность к выявлению связей между теорией и практической направленностью изучаемого материала. Практические занятия направлены на развитие аналитических способностей, на формирование навыков работы с алгоритмами и методами дискретной математики.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Дискретная математика», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

## 18. Материально-технического обеспечения дисциплины:

| Мебель и оборудование   | Программное обеспечение   |
|---|---|
| <b>Лекции</b>   |   |
| Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). | Windows 10 (лицензионное ПО); Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО); Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО) |
| <b>Практические занятия</b>   |   |
| Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). | Windows 10 (лицензионное ПО); Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО); Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО) |

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется со-

держанием следующих разделов дисциплины:

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

| №  | Наименование раздела дисциплины (модуля)              | Компетенция | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства                              |
|--|---|-------------|-------------------------------------|---|
| 1  | Элементы теории множеств<br>Элементы теории отношений | ОПК-1       | ОПК-1.1                             | Контрольная работа                              |
| 2  | Элементы комбинаторики                                |             | ОПК-1.1                             | Контрольная работа                              |
| 3  | Элементы теории графов                                |             | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.3                 | Контрольная работа                              |
| 4  | Элементы математической логики                        |             | ОПК-1.1,<br>ОПК-1.3                 | Контрольная работа                              |
| Промежуточная аттестация, Форма контроля – экзамен |   |             |                                     | Перечень теоретических вопросов и типовых задач |

### Варианты контрольных работ

#### Контрольная работа № 1

Вариант \_\_\_\_

- С помощью основных равносильностей упростите выражение и изобразите множество с помощью кругов Эйлера-Венна:  $(A \cap \bar{B}) \setminus (C \cup B)$ .
- Верно ли равенство  $A \setminus B = A \setminus (A \cap B)$ ?
- Для произвольных множеств  $A, B, C$  проверьте, является ли выполнение включения  $A \subseteq B \cap C$  необходимым и достаточным условием выполнения равенства  $C = (A \setminus C) \cup (B \cap A)$ .
- Докажите, что если бинарные отношения  $R_1$  и  $R_2$  – антирефлексивны, то отношение  $R_1 \cap R_2$  – антирефлексивно.
- Укажите, какими свойствами обладают перечисленные ниже отношения (ответ обосновать)
  - $\phi = \{(a,a), (b,b), (c,c), (d,d), (b,d), (a,b)\}$ ,
  - $$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$
.
- Для бинарного отношения  $P = \{(1,2), (3,4), (4,5)\}$ , заданного на множестве  $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ , выполните следующие действия:
  - построить граф отношения;
  - достроить  $P$  до отношения эквивалентности и найти фактор-множество;
  - достроить  $P$  до отношения частичного порядка;
  - достроить  $P$  до отношения линейного порядка.

#### Контрольная работа № 2

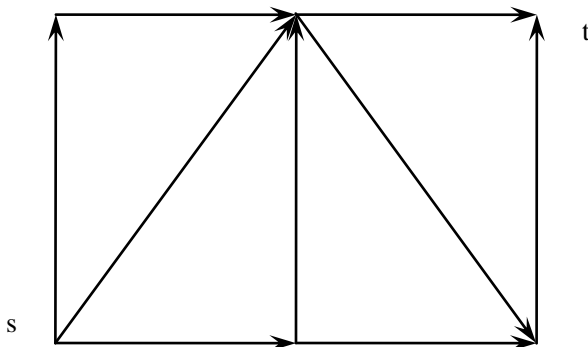
Вариант \_\_\_\_

1. В музыкальном кружке занимаются 10 человек, в кружке художественного слова – 15, в вокальном кружке – 12, в фотокружке – 20. Сколькими способами можно составить бригаду из 4-х чтецов, 3-х пианистов, 5 певцов и одного фотографа?
2. Сколькими различными способами из колоды карт в 36 листов можно выбрать неупорядоченный набор из 5 карт так, чтобы в этом наборе было бы точно 1 король, 2 дамы, 1 пиковая карта.
3. Сколько различных слов можно получить перестановкой букв слова *последовательность*, так чтобы согласные шли в алфавитном порядке, а буквы «о» не стояли рядом.
1. В группе из 25 человек, из которых 16 знают польский язык, 13 – чешский, 9 – болгарский, 6 – польский и чешский, 7 – чешский и болгарский, 4 польский и болгарский. Сколько человек знают все три языка, если 1 не знает ни одного языка. Сколько человек знает ровно 2 языка? Сколько человек знает ровно 1 язык?
4. Для линейного рекуррентного соотношения найдите общее решение и частное решение, удовлетворяющее заданным начальным условиям
 
$$f(n+2) = \frac{3}{289} f(n) - \frac{2}{17} f(n+1), f(1) = f(2) = 1.$$
5. Найти решение рекуррентного соотношения  $a_0 = 9, a_n = a_{n-1} + 3 \quad (n \geq 1)$  с помощью производящей функции.

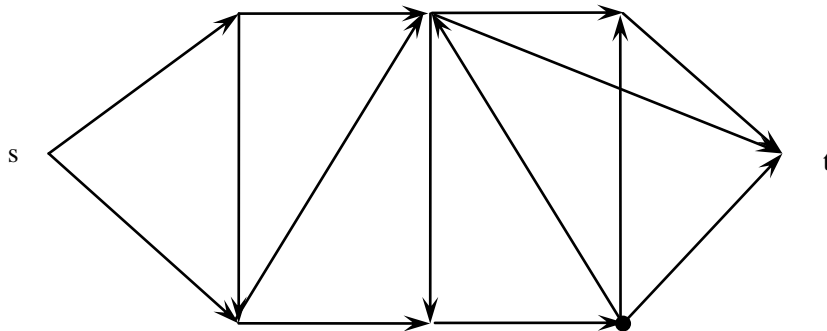
### Контрольная работа № 3

Вариант \_\_\_\_

1. Припишите дугам графа веса и найдите максимальный поток из вершины s в вершину t.



2. Припишите дугам графа веса и найдите кратчайший путь из вершины s в вершину t.



### Контрольная работа № 4

Вариант \_\_\_\_

1. Для заданной функции  $f = (x \oplus z) \vee (z \rightarrow y)$ 
  - а) построить таблицу истинности;

- b) определить, является ли функция выполнимой, опровержимой, тавтологией или противоречием (ответ обосновать);  
 c) построить СДНФ, СКНФ, ПЖ;  
 d) определить принадлежность заданной функции к классам  $T_0, T_1, S, L, M$  ;  
 e) найти минимальную ДНФ.
2. Исследовать полноту системы функций  $F = \{xy \rightarrow z, x \rightarrow y, \bar{x}\}$  и найти базисы.

### Критерии оценки контрольных работ:

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| Отлично             | Правильно решено не менее 90% заданий |
| Хорошо              | Правильно решено не менее 75% заданий |
| Удовлетворительно   | Правильно решено не менее 50% заданий |
| Неудовлетворительно | Правильно решено менее 50% заданий    |

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в два этапа, и на нее отводится 110 минут. На первом этапе осуществляется тестирование (20 минут), на втором этапе проводится письменный экзамен (90 минут). Затем работы проверяются преподавателем, и полученные оценки выставляются в ведомость и в зачетку. Если имеется необходимость в уточнении решения задач, или возникает спорная ситуация, то может быть проведено дополнительное собеседование.

### Тестовые задания

*ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности*

#### Вопросы с вариантами ответов

| Критерий оценивания | Шкала оценок |
|---------------------|--------------|
| Верный ответ        | 1 балл       |
| Неверный ответ      | 0 баллов     |

1. Пусть заданы множества

$$A = \{x \in \mathbb{N} : 2 < x < 9\}, B = \{x \in \mathbb{N} : 1 < x \leq 6\}, C = \{x \in \mathbb{N} : (x^2 - 1) \cdot (x^2 - 4) = 0\}.$$

Какое из множеств

- а)  $A \setminus C$ ,  
 б)  $B \cap C$ ,  
 в)  $(A \cup C) \setminus B$

имеет состав  $\{-2, -1, 1, 7, 8\}$  ?

Ответ: в)

2. Пусть  $A, B, C$  – подмножества некоторого универсального множества  $U$ , находящиеся в общем положении (попарно пересекаются) и  $E = (B \cap C) \cup (A \setminus (\bar{C} \cup \bar{B}))$ . В каком из перечисленных случаев  $D \subseteq E$  ?

- а)  $D = B \cup \bar{C}$ ,  
 б)  $D = A \cap B \cap C$ ,  
 в)  $D = A$

Ответ: б)



3. Пусть  $W = V \circ U$ , где символом « $\circ$ » обозначена операция композиции, бинарные отношения  $U, V \subseteq \mathbb{R}^2$  определены следующим образом:  $U = \{(x, y) : y = x^2 + 5\}$ ,  $V = \{(x, y) : y = 3x\}$ . Какое из следующих определений является верным для  $W$ ?

а)  $W = \{(x, y) : y = 9x^2 + 5\}$ ;

б)  $W = \{(x, y) : y = 3 \cdot (x^2 + 5)\}$

в)  $W = \{(x, y) : y = 3x^2 + 5\}$

Ответ: б)

4. В таблице перечислены бинарные отношения, заданные на соответствующих множествах. Какие отношения из перечисленных являются эквивалентностью?

|    | Множество                           | Отношение   |
|----|-------------------------------------|---|
| а) | $\mathbb{Z}$                        | $R_1 = \{(a, b) : a + b = 0\}$  |
| б) | $\{-8, -6, -4, -2, 0, 2, 4, 6, 8\}$ | $R_2 = \{(a, b) : a + b = 0\}$  |
| в) | $\mathbb{N} \cup \{0\}$             | $R_3 = \{(n, m) : \exists k \in \mathbb{Z} (n - m = 3k)\}$                |
| г) | Множество прямых на плоскости       | $R_4 = \{(\alpha, \beta) : \alpha \text{ и } \beta \text{ параллельны}\}$ |

Ответ: в), г)

5. Определите, каким таблицами истинности соответствуют функции, которые перечислены ниже (перечислите их номера через запятую, учитывая порядок таблиц).

| $x$ | $y$ | $f$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 1   |
| 1   | 1   | 0   |

| $x$ | $y$ | $f$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 1   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 1   |

| $x$ | $y$ | $f$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 1   |

$f_1 = x \vee y$ ,

$f_2(x, y) = x \rightarrow y$ ,

$f_3(x, y) = x \oplus y$ ,

$f_4 = x \wedge y$ .

Ответ: 3,2,4

6. Определите, каким таблицам истинности соответствуют нижеперечисленные функции, заданные в совершенной нормальной форме (перечислите их номера через запятую, учитывая порядок таблиц)

| $x$ | $y$ | $f$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 1   |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 1   |
| 1   | 1   | 0   |

| $x$ | $y$ | $f$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 1   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 0   |

| $x$ | $y$ | $f$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 1   |
| 1   | 1   | 0   |

$$f_1(x, y) = \bar{x} \wedge \bar{y} \vee x \wedge \bar{y},$$

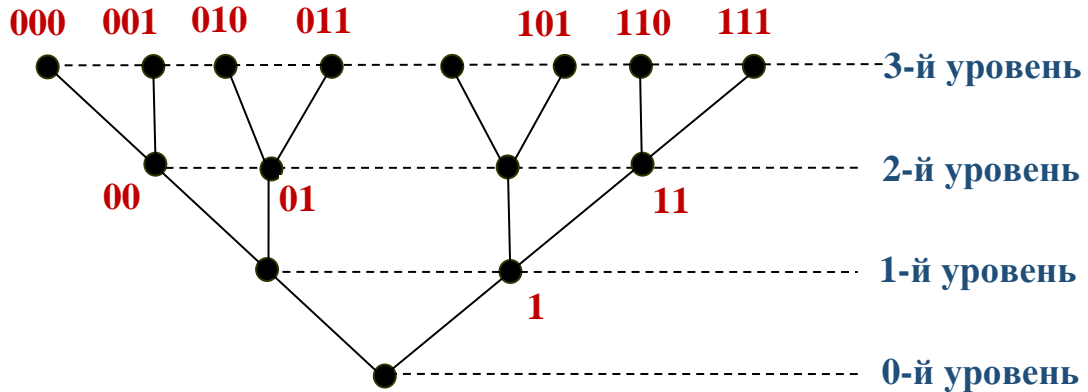
$$f_2(x, y) = (\bar{x} \vee y) \wedge (x \vee \bar{y}),$$

$$f_3(x, y) = \bar{x} \wedge y \vee x \wedge \bar{y},$$

$$f_4(x, y) = (\bar{x} \vee y) \wedge (\bar{x} \vee \bar{y}).$$

Ответ: 1, 4, 3

7. Пусть задан алфавит  $A = \{0, 1\}$  и для кодирования используются кодовые слова длины  $n = 3$ . Для их нахождения построено кодовое дерево, изображенное на рисунке.



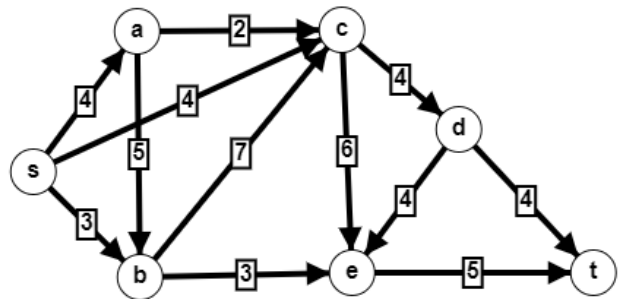
Начиная с первого уровня кодового дерева, установите соответствие между пропущенными словами на каждом уровне и множеством слов:

- а) 10;
- б) 0;
- в) 100;
- г) 001.

Ответ: 1-б); 2-а), 3-в)

8.

Пусть задан взвешенный бесконтурный ориентированный граф. Укажите номер варианта, который соответствует правильному решению задачи нахождения величины кратчайшего пути из  $s$  в  $t$ .



| Варианты решения | Длина пути | Кратчайший путь                               |
|------------------|------------|---|
| 1                | 11         | $s \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow t$ |
| 2                | 11         | $s \rightarrow b \rightarrow e \rightarrow t$ |
| 3                | 12         | $s \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow t$ |

Ответ: 2

9. Пусть задан ансамбль сообщений

$$U = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 & u_7 & u_8 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{16} & \frac{1}{16} & \frac{1}{16} & \frac{1}{16} \end{pmatrix}.$$

В таблице представлен процесс построения кода Фано для этого ансамбля. В последней колонке содержатся кодовые слова, кодирующие все 8 сообщений ансамбля  $U$ , при этом некоторые слова пропущены.

|       |                |   |   |   |             |
|-------|----------------|---|---|---|-------------|
| $u_1$ | $\frac{1}{4}$  | 0 | 0 |   | <b>00</b>   |
| $u_2$ | $\frac{1}{4}$  |   | 1 |   |             |
| $u_3$ | $\frac{1}{8}$  | 0 | 0 |   | <b>100</b>  |
| $u_4$ | $\frac{1}{8}$  |   | 1 |   | <b>101</b>  |
| $u_5$ | $\frac{1}{16}$ | 1 | 0 | 0 |             |
| $u_6$ | $\frac{1}{16}$ |   | 1 | 1 |             |
| $u_7$ | $\frac{1}{16}$ | 1 | 0 | 0 | <b>1110</b> |
| $u_8$ | $\frac{1}{16}$ |   | 1 | 1 | <b>1111</b> |

Установите соответствие между сообщениями  $u_2, u_5, u_6$  и соответствующими им кодами (учитывая порядок сообщений перечислите коды через запятую без пробелов).

Ответ: 01,1100,1101

### Вопросы с кратким текстовым ответом

| Критерий оценивания  | Шкала оценок |
|--|--------------|
| Должен быть сформулирован ответ из указанных вариантов (один или несколько) или аналогичные, по сути, ответы с альтернативными терминами и определениями | 2 балла      |
| Неверный ответ   | 0 баллов     |

2 – верный ответ

0 – неверный ответ

10. Коэффициенты разложения  $(a + b)^5$ , найденные с помощью треугольника Паскаля, соответственно равны ... (в ответ введите последовательные значения через запятую без пробелов) ...

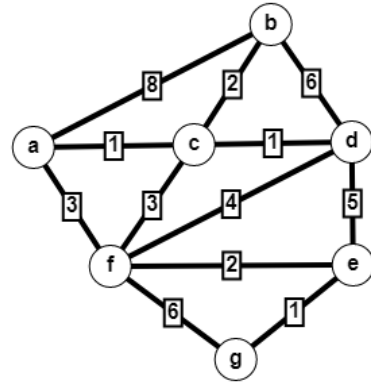
Ответ: 1,5,10,10,5,1

11. Коэффициентами линейного рекуррентного соотношения второго порядка  $f(n+2) = p_1 f(n+1) + p_2 f(n)$ , среди решений которого имеется функция  $f(n) = 2^n$ , при  $p_1 + p_2 = 1$ , являются (коэффициенты  $p_1$  и  $p_2$  введите через запятую без пробелов) ...

Ответ: 3,-2

12.

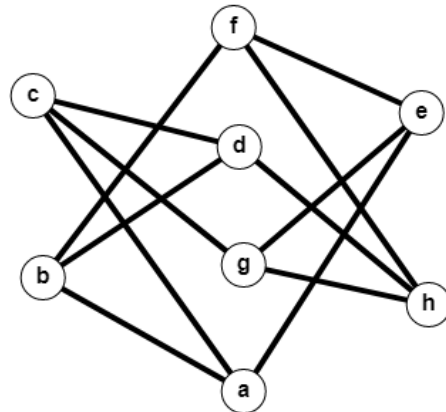
Для заданного взвешенный неориентированный граф укажите вес кратчайшего (минимального) остова.



Ответ: 11

13.

Для заданного неориентированного графа укажите хроматическое число.



Ответ: 3

14. Пусть задана пропорция  $C_x^y : C_x^{y-1} = 2 : 1$ . Определите значение  $y$ , если  $x = 5$ .

Ответ: 2

### Контрольно-измерительный материал (1 семестр)

Вариант \_\_\_\_\_

**Теоретический минимум:**

- фактор-множество,
- комбинаторные конфигурации с повторениями,
- теорема об отношении эквивалентности,
- последовательность Фибоначчи и ее производящая функция,
- конденсация графа и ее свойства.

**Задача 1.** Выясните взаимное расположение множеств

$$D = (B \setminus C) \cup (A \cap B), E = A \setminus (B \cup C), F = A \cup \bar{B},$$

если  $A, B, C$  – произвольные подмножества универсального множества  $U$ .

**Задача 2.** Постройте диаграмму Гессе для частично упорядоченного множества  $(A, P)$ , если  $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ ,  $xPy \Leftrightarrow x$  делит  $y$  нацело.

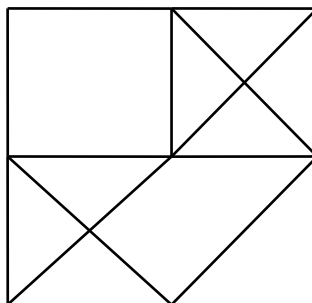
**Задача 3.** Найти наибольший член разложения биннома  $(1 + \sqrt{3})^{100}$ .

**Задача 4.** Пусть задано линейное рекуррентное соотношение второго порядка вида

$$f(n+2) = 6f(n+1) - 9f(n)$$

с начальными условиями  $f(1) = 0, f(2) = 3$ . Найти общее решение и частное решение, удовлетворяющее заданным начальным условиям.

**Задача 5.** Найдите сильные компоненты, базы и антибазы графа, представленного на рисунке (ориентацию ввести самостоятельно).



### Контрольно-измерительный материал (2 семестр)

#### Вариант \_\_\_\_

**А.** Минимизация булевых функций в классе нормальных форм. Понятие импликанты. Метод Квайна.

**Задача 1:** Является ли полной следующая система булевых функций

$$\{\bar{y} \oplus (x \vee z), \bar{x} \rightarrow y, x \wedge (y/\bar{z})\}?$$

**Задача 2:** На множестве  $M = \{1, 2, \dots, 20\}$  заданы следующие предикаты:

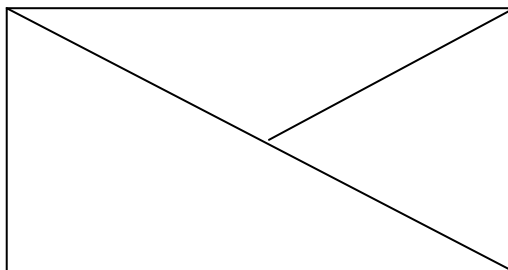
$$A(x) = \langle\langle x \text{ делится на } 3 \rangle\rangle, \quad B(x) = \langle\langle x - \text{четное число} \rangle\rangle,$$

$$C(x) = \langle\langle x - \text{простое число} \rangle\rangle, \quad D(x) = \langle\langle x \text{ кратно } 3 \rangle\rangle.$$

Найти множества истинности предикатов: а)  $A(x) \wedge B(x) \wedge D(x)$ ; б)  $C(x) \rightarrow A(x)$ .

**Задача 3:** Построить СДНФ, СКНФ, ПЖ для булевой функции  $\bar{x} \vee (z \downarrow y)$ .

**Задача 4:** Найти максимальный поток из  $s$  в  $t$ .



**Критерии аттестации (экзамен):**

| Оценка                     | Теоретические знания   | Практические навыки   |
|----------------------------|--|---|
| <i>Отлично</i>             | Уверенное владение терминологией; знание основных фактов теории и умение доказать некоторые из них; знание методов и алгоритмов. | Получены правильные ответы во всех задачах КИМа. При тестировании получено 15-19 баллов.                                |
| <i>Хорошо</i>              | Знание основных понятий и фактов теории без доказательства, знание основных методов и алгоритмов.                                | Получены правильные, возможно неполные, ответы во всех задачах КИМа. При тестировании получено не менее 13 баллов.      |
| <i>Удовлетворительно</i>   | Наличие неглубоких теоретических знаний, демонстрирует знание основных методов и алгоритмов на частных примерах.                 | Получены правильные, возможно неполные, решения в большинстве задач КИМа. При тестировании получено не менее 10 баллов. |
| <i>Неудовлетворительно</i> | По большей части отсутствуют теоретические знания.   | Отсутствует правильное решение в большинстве задач КИМа. При тестировании получено менее 10 баллов.                     |

Тестовые задания рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения дисциплины.