

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Дискретная математика

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.04 - Программная инженерия

---

Направленность образовательной программы

Разработка программно-информационных систем

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.06 Дискретная математика относится к обязательной части образовательной программы.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2: Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов	УК-1.1: Знает различные способы представления информации о дискретных объектах.  УК-1.2: Умеет применять методы и алгоритмы дискретной математики для анализа и моделирования различных дискретных систем.  УК-1.3: Умеет осуществлять поиск теоретической информации по дисциплине. Умеет обосновать выбранный метод решения и доказать его эффективность.	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2: Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3: Имеет навыки теоретического и экспериментального	ОПК-1.1: Знает основные понятия и формулировки основных теорем теории множеств и бинарных отношений, комбинаторики, теории графов, теории логических функций, теории автоматов, теории кодирования.  ОПК-1.2: Умеет решать типовые задачи теории множеств, комбинаторные задачи, задачи анализа	Контрольная работа	Экзамен: Задачи

	исследования объектов профессиональной деятельности	бинарных отношений, графов, логических функций, задачи построения кодов и схем из функциональных элементов, конечных автоматов.  ОПК-1.3: Владеет основными методами комбинаторного подсчета, алгоритмами распознавания свойств бинарных отношений, графов и логических функций, построения кодов.		
--	---	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>8</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>288</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>4</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>84</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>72</b>
	<b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Теория множеств: основные понятия, операции над множествами	12	3	4	7	5
Бинарные отношения	14	3	4	7	7
Функции и кардинальные числа	9	4	2	6	3

Комбинаторика	37	10	12	22	15
Элементы теории графов	34	12	10	22	12
Логические функции и способы их представления	32	10	10	20	12
Замкнутые классы и полные системы логических функций	26	8	8	16	10
Элементы теории кодирования	38	10	12	22	16
Введение в конечные автоматы	10	4	2	6	4
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	288	64	64	132	84

### Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр.

Теория множеств: основные понятия, операции над множествами:

Понятие множества, элемента, подмножества. Пустое множество и его свойства. Универсальное множество. Операции над множествами, не выводящие из универса, их свойства. Диаграммы Венна. Булеан множества. Прямое (декартово) произведение множеств.

Бинарные отношения:

Понятие бинарного отношения. Бинарное отношение как множество и как предикат. Основные свойства бинарных отношений, заданных на одном множестве. Отношение эквивалентности, теорема о факторизации. Отношение порядка. Упорядоченное множество. Максимальный и минимальный, наибольший и наименьший элементы упорядоченного множества. Линейный и частичный порядки. Диаграмма Хассе.

Функции и кардинальные числа:

Основные свойства бинарных отношений общего вида. Функции (отображения). Область определения и область значений функции. Образ множества. Особые типы функций: инъекция, сюръекция, биекция. Равномощность и вложенность множеств. Их свойства. Мощность (кардинальное число) множества. Конечные и бесконечные множества. Счётные множества. Теорема Кантора о существовании несчётных множеств. Множества мощности континуум. Континуум-гипотеза.

Комбинаторика:

Правила равенства, суммы и произведения, принцип последовательного выбора. Число подмножеств конечного множества. Алфавит и слова в алфавите. Лексикографический порядок слов. Число слов. Перестановки. Размещения и сочетания с повторениями и без повторений. Бином Ньютона и треугольник Паскаля. Упорядоченные разбиения с заданной спецификацией. Полиномиальная теорема. Принцип включения-исключения. Беспорядки. Неупорядоченные разбиения, числа Стирлинга 2 рода и Белла. Рекуррентный способ задания формул. Линейные рекуррентные соотношения. Числа Фибоначчи. Разреженные последовательности.

Элементы теории графов:

Графы, типы графов по виду рёбер. Способы задания графов. Изоморфизм, инварианты. Маршруты, пути и циклы в графах. Связность, компоненты связности, шарниры, мосты. Расстояние между вершинами в графах. Метрические характеристики графов, вычисление расстояний методом поиска в ширину. Эйлеровы и гамильтоновы циклы, критерий существования эйлерова цикла в графе, алгоритм Флери построения эйлерова цикла. Теорема Оре о существовании гамильтонова цикла. Деревья, их свойства. Особенности метрических характеристик в деревьях. Код Прюфера. Формула Кэли для числа деревьев. Двудольные графы. Теорема Кёнига - критерий двудольности графа. Планарные графы. Грани, формула Эйлера и ее следствия. Критерии планарности Понтрягина-Куратовского и Вагнера. Ориентированные графы (орграфы). Ациклические орграфы. Монотонная нумерация ациклического орграфа.

2 семестр.

Логические функции и способы их представления:

Понятие логической функции. Табличное задание, число функций. Логические операции. Операции конъюнкции, дизъюнкции, отрицания, их логическая интерпретация. Булевы формулы и булева алгебра. Основные законы булевой алгебры. Примеры булевых алгебр, не связанные с логическими функциями. Двойственность. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы (ДНФ и КНФ), методы их построения. Совершенные ДНФ и КНФ и их единственность. Импликанта логической функции. Свойство склейки. Сокращённая ДНФ. Построение сокращённой ДНФ: методы Квайна-Мак-Класки и Нельсона. Алгебра Жегалкина. Полином Жегалкина и его единственность. Методы построения полинома Жегалкина. Понятие схемы из функциональных элементов (СФЭ). Простейшие методы синтеза СФЭ для логических функций в стандартном наборе функциональных элементов. Сложность и глубина схемы. Оценки Шеннона для сложности схем. Двоичный сумматор.

Замкнутые классы и полные системы логических функций:

Понятие суперпозиции. Замыкание и замкнутый класс. Полная система функций. Важнейшие замкнутые классы. Теорема (критерий) Поста о полноте. Предполные классы. Следствие из теоремы Поста о числе предполных классов. Базис. Следствие из теоремы Поста о мощностях базисов. Базис замкнутого класса. Примеры.

Элементы теории кодирования:

Кодирование как словарная функция. Взаимная однозначность кодирования. Алфавитное кодирование. Свойство префикса (достаточное условие взаимной однозначности алфавитного кода) и префиксные коды. Неравенство Крафта-Макмиллана (необходимое условие взаимной однозначности алфавитного кода). Алгоритм Шеннона построения префиксного кода по спектру длин элементарных кодов. Стоимость кодирования. Задача оптимального кодирования. Теорема редукции. Алгоритм Хаффмана построения оптимального двоичного префиксного кода. Другие методы экономного алфавитного кодирования. Модификация алгоритм Хаффмана для недвоичного кодирования. Энтропия вероятностного распределения и её связь со стоимостью оптимального кодирования. Блочное кодирование. Расстояние Хэмминга между словами. Помехоустойчивое кодирование. Коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки. Границы Хэмминга. Алгоритм построения кода Хэмминга, исправляющего одну ошибку.

Введение в конечные автоматы:

Конечный автомат Мили. Диаграмма Мура. Канонические уравнения автомата. Автоматные и конечно-автоматные словарные функции. Остаточная функция. Критерий конечно-автоматной функции. Двоичное кодирование элементов конечного автомата и использование логических формул для записи канонических уравнений. Автомат единичной задержки. Схема с единичной задержкой. Последовательный двоичный сумматор.

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

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

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

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

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

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

1 семестр.

### Вариант № 1

1. Доказать или опровергнуть утверждение:  $(A \otimes BC) \otimes (BC \otimes (A \otimes B)) = B$ .

2. Задано универсальное множество  $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$  и в нем подмножества  $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ ,  $B = \{2, 4, 5, 6\}$ ,  $C = \{1, 3, 5, 6\}$ ,  $D = \{x \mid x - \text{простое}\}$ ,  $E = \{1, 2, 6, 7\}$ . Найдите  $A \otimes B \bar{D} E$ ;  $C \bar{A} \times (E - D)$ ;  $2^{AC} - 2^{\bar{E}}$ ;  $(C - A)^{BD}$ .

3. Равносильны ли системы условий:

$$\begin{cases} A \cup B \subseteq C \\ C \cup B \subseteq A \cup D \\ C \cup A \subseteq D \cup B \\ AC \subseteq B \end{cases} \stackrel{?}{\Leftrightarrow} \begin{cases} A = B \\ B \subseteq C \subseteq B \cup D. \end{cases}$$

4. Дано отношение  $R$  на множестве  $A$ . Определите, является ли оно симметричным, антисимметричным, транзитивным, отношением эквивалентности, отношением порядка. Если отношение эквивалентности найдите классы эквивалентности, для отношения порядка найдите минимальные и максимальные элементы.

$$xRy \Leftrightarrow (2x - y)(2y - x) \geq 0;$$

а)  $A = \{0, 3, 4, 5, 6\}$ ;

б)  $A = \{0, 1, 2, 3, 4\}$ .

2 семестр.

## Вариант 1.

Логическая функция  $f$ , задана вектором значений  $\tilde{f} = (0011110011110000)$ .

1. Найти и удалить фиктивные переменные функции  $f$ . Полученную функцию обозначим  $f'$
2. Построить СДНФ и СКНФ функции  $f'$ .
3. Построить полином Жегалкина функции  $f$ .
4. Построить сокращённую ДНФ функции  $f$ .
5. Построить схему функциональных элементов, вычисляющую  $f'$  в стандартном наборе сложности более 5;
6. Выяснить принадлежность функции  $f$  классам  $T_0, T_1, S, M, L$ .
7. Найти функцию  $g$  такую, что  $\{f, g\}$  – полная система.
8. Выразить функции  $x \vee y, x \wedge y, \bar{x}$  как суперпозиции функций  $f, g$

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

1 семестр

#### Вариант № 1

1. Дано множество  $U$  из 7 элементов. Каким числом способов в нем можно выбрать три подмножества  $A, B, C$  так, чтобы выполнялись условия:  $|A - B| = 1, |B - (A \cup C)| = 4$  ?
2. На одной из кафедр университета работают  $S$  человек, среди которых  $T$  человек не знают ни одного иностранного языка.  $A$  человек знают английский,  $N$  – немецкий,  $F$  – французский.  $AN$  знают английский и немецкий,  $AF$  – английский и французский,  $NF$  – немецкий и французский,  $ANF$  знают все три языка. По заданным в таблице условиям восстановить недостающую информацию.

$S$	$A$	$N$	$F$	$AN$	$AF$	$NF$	$ANF$	$T$
17	11	6	5	4	3	2	1	?

3. Рассматриваются слова в алфавите  $\{a_1, a_2, a_3\}$ . Через  $n_i$  обозначается число вхождений буквы  $a_i$  в слово. Подсчитайте число слов длины 9, удовлетворяющих условию  $n_1 \geq 6$ .
4. Сколькими способами можно переставить буквы слова «здание», чтобы гласные шли в алфавитном порядке?

2 семестр

## Вариант 1.

1. Для распределения вероятностей  $P = (0.01, 0.25, 0.04, 0.2, 0.35, 0.15)$  построить двоичный алгоритмы Хаффмана и Фано. Для каждого из них посчитать стоимость кодирования.
2. Для распределения вероятностей  $P = (0.08, 0.04, 0.04, 0.48, 0.16, 0.08, 0.04, 0.04, 0.04)$  построить оптимальный префиксный код в алфавите  $A = \{1, 2, 3, 4\}$  Посчитать стоимость кодирования.
3. Построить по методу Хэмминга кодовое слово для сообщения: 00101110010.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме без недочётов.
отлично	Решены все основные задачи, с отдельными существенными недочётами. Выполнены все задания в полном объеме.
очень хорошо	Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые - с недочётами.
хорошо	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые - с недочётами.
удовлетворительно	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных умений решения задач. Невозможность оценить наличия умений, вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				



ения компет							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».

	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1 семестр.

1. Множество, элемент множества. Символ « $\in$ » и его свойства. Подмножество, включение множеств ( $\subseteq$ ) и его свойства. Способы задания множеств. Универсальное множество (универс). Булеан множества.
2. Пустое множество и его единственность. Свойства пустого множества. Теорема о пустом подмножестве.
3. Теоретико-множественные операции, не выводящие из универса и их свойства.
4. Декартово (прямое) произведение множеств. Бинарные отношения. Операции над отношениями. Основные свойства бинарных отношений на одном множестве.
5. Отношения эквивалентности. Теорема о факторизации.
6. Отношения порядка. Свойства конечных упорядоченных множеств. Диаграмма Хассе. Максимальный и минимальный, наибольший и наименьший элементы.
7. Основные свойства бинарных отношений общего вида. Функции. Инъекции, сюръекции и биекции.
8. Равномощность ( $\sim$ ) и вложенность ( $\leq$ ) множеств. Их свойства.
9. Кардинальные числа (мощность) множеств. Конечные и бесконечные множества. Счётные множества и их свойства. Примеры счётных множеств.
10. Кардинальные числа (мощность) множеств. Конечные и бесконечные множества. Теорема об инъекции в равномощных конечных множествах.
11. Кардинальные числа (мощность) множеств. Несчётность множества  $\mathbb{R}$ . Континуум и его свойства. Континуум-гипотеза.
12. Теорема Кантора.
13. Правила равенства, суммы и произведения. Принцип последовательного выбора.
14. Число подмножеств конечного множества.
15. Алфавит и слова в нём. Число слов. Лексикографический порядок.
16. Перестановки, размещения. Число перестановок и размещений. Факториал и убывающий факториал.
17. Сочетания. Число сочетаний. Бином Ньютона. Биномиальные коэффициенты и их свойства.
18. Упорядоченные разбиения множества с заданной спецификацией и их число. Полиномиальная теорема.
19. Мультимножества. Сочетания с повторениями. Число сочетаний с повторениями.
20. Принцип включений-исключений.
21. Беспорядки. Число беспорядков. Субфакториал.

22. Упорядоченные и неупорядоченные разбиения конечного множества. Число упорядоченных разбиений (на произвольные и непустые части). Число неупорядоченных разбиений. Числа Стирлинга 2 рода и Белла.
23. Рекуррентные соотношения. Линейные рекуррентные соотношения 1 порядка.
24. Рекуррентные соотношения. Линейные рекуррентные соотношения 2 порядка. Числа Фибоначчи.
25. Понятие графа. Типы графов. Обыкновенные графы. Способы задания графа. Смежность вершин. Теорема о рукопожатиях. Дополнительный граф. Число графов.
26. Изоморфизм графов. Инварианты. Самодополнительные графы.
27. Маршруты, пути и циклы в графах. Теорема о существовании цикла.
28. Связность, компоненты связности. Теорема о числе ребер в связном графе.
29. Шарниры и мосты в графах. Теорема о мостах.
30. Расстояния в графах. Свойства метрики. Эксцентриситет вершины. Метрические характеристики графов: радиус, диаметр, центр. Соотношение радиуса и диаметра.
31. Эйлеровы циклы и пути. Необходимое и достаточное условие существования эйлерова цикла и пути в графе.
32. Гамильтоновы циклы и пути. Теорема Оре.
33. Двудольные графы. Теорема Кёнига.
34. Деревья. Число рёбер в дереве. Три способа определения дерева.
35. Деревья. Теорема о единственности пути. Теорема о числе листьев.
36. Деревья. Теорема о центре дерева. Особенности метрических характеристик в деревьях.
37. Плоские и планарные графы. Грань плоского графа. Формула Эйлера для плоского графа и её следствия.
38. Критерии планарности Понтрягина-Куратовского и Вагнера (без доказательств достаточности).
39. Ациклический орграф. Теорема о монотонной нумерации.

## 2 семестр.

1. Логическая функция. Число логических функций. Способы задания логической функции. Существенные и фиктивные переменные. Эквивалентность функций.
2. Основные операции алгебры логики. Логические формулы. Эквивалентность формул.
3. Булева алгебра и её основные свойства. Булевы формулы.
4. Нормальные формы функции (ДНФ и КНФ). Преобразование формул к ДНФ и КНФ.
5. Совершенные ДНФ и КНФ (СДНФ и СКНФ). Разложение функции по переменной. Построение СДНФ и СКНФ. Единственность СДНФ и СКНФ.
6. Импликанта логической функции. Свойство склейки. Сокращённая ДНФ.
7. Построение сокращённой ДНФ. Метод Квайна – Мак-Класки. Метод Нельсона.
8. Алгебра Жегалкина. Свойства операции  $\oplus$ .
9. Полином Жегалкина. Единственность полинома Жегалкина.
10. Схемы из функциональных элементов. Сложность и глубина схем. Способы построения схем в стандартном базисе.
11. Суперпозиция функций. Замыкание системы функций. Свойства замыкания.
12. Полная система функций. Теорема сведения.
13. Функции, сохраняющие константы. Замкнутость классов  $T_0, T_1$ .
14. Двойственная функция. Принцип двойственности. Самодвойственные функции. Замкнутость класса  $S$ .
15. Лемма о несамодвойственной функции.
16. Покомпонентный порядок. Монотонные функции. Замкнутость класса  $M$ .
17. Лемма о немонотонной функции.
18. Теорема о сокращённой ДНФ монотонной функции.
19. Линейные функции. Замкнутость класса  $L$ .
20. Лемма о нелинейной функции.

21. Критерий Поста. Шефферовы функции.
22. Предполные классы. Теорема о 5 предполных классах.
23. Базис. Теорема о размере базиса.
24. Базис замкнутого класса. Примеры базисов.
25. Алфавит. Слова в алфавите. Операция конкатенации. Словарные функции. Кодирование. Взаимная однозначность кодирования.
26. Алфавитное кодирование. Префиксный код и его взаимная однозначность.
27. Неравенство Крафта-Макмиллана.
28. Теорема Крафта о существовании префиксного кода.
29. Стоимость алфавитного кодирования. Оптимальный двоичный код. Две леммы о существовании оптимального префиксного кода.
30. Теорема Редукции. Алгоритм Хаффмана.
31. Алгоритмы Фано и Шеннона экономного кодирования.
32. Недвоичный оптимальный код.
33. Энтропия распределения вероятностей. Ограничения стоимости оптимального кода.
34. Оптимальный блочный код. Стоимость кодирования на одну букву и её ограничения.
35. Обнаружение и исправление ошибок кодирования. Расстояние Хэмминга. Кодовое расстояние и его связь с обнаружением и исправлением ошибок.
36. Помехоустойчивое кодирование. Код Хэмминга, исправляющий 1 ошибку.
37. Конечный автомат с выходом (автомат Мили). Канонические уравнения. Диаграмма Мура. Автомат единичной задержки.
38. Автоматная словарная функция. Остаточная функция. Критерии автоматной и конечно-автоматной словарной функции.
39. Схемы с единичной задержкой.
40. Схема сумматора в стандартном базисе. Последовательный сумматор.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

1 семестр.

1. Задайте множество  $\{x \in \mathbb{Z} | 2x^2 + 5x + 7 = 0\}$  перечислением элементов.
2. Найдите число слов длины 7 в алфавите  $\{a, b, c, d\}$ , в которые каждая из букв  $a$  и  $b$  входит по два раза.
3. Восстановить дерево по коду Прюфера  $P(T) = (2, 1, 1, 2, 2, 6, 3, 3)$ . Найти центральные вершины восстановленного дерева.

2 семестр.

1. Полна ли система функций  $\{xy \oplus yz \oplus xz \oplus 1, x \leftrightarrow y\}$ ?
2. Для распределения вероятностей  $P = (0.44, 0.27, 0.13, 0.06, 0.04, 0.03, 0.02, 0.01)$  построить оптимальный код в алфавите  $\{0, 1, 2, 3\}$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Решена нестандартная задача высокой сложности. Продemonстрирован творческий подход к решению.
отлично	Решена нестандартная задача повышенной сложности без ошибок и недочётов.
очень хорошо	Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объёме.
хорошо	Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые - с недочётами.
удовлетворительно	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных умений решения задач. Невозможность оценить наличия умений, вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

## Основная литература:

1. Алексеев Владимир Евгеньевич. Дискретная математика : учебное пособие / В. Е. Алексеев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 139 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823847&idb=0>.
2. Яблонский Сергей Всеволодович. Введение в дискретную математику : [учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1986. - 384 с. : ил. - 0.95., 100 экз.
3. Редькин Николай Петрович. Дискретная математика : Учебник. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2009. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-1093-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=613679&idb=0>.
4. Алексеев Владимир Евгеньевич. Сборник задач по дискретной математике : учебно-методическое пособие / В. Е. Алексеев, Л. Г. Киселева, Т. Г. Смирнова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 80 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851232&idb=0>.
5. Сборник задач по дискретной математике : практикум. Ч. 2 / В. Е. Алексеев, Д. В. Захарова, Д. Б. Мокеев, Т. Г. Смирнова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2023. - 46 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=877236&idb=0>.

## Дополнительная литература:

1. Алексеев Валерий Борисович. Дискретная математика : Учебник / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет вычислительной математики и ки. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 133 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-016520-2. - ISBN 978-5-16-108788-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=837144&idb=0>.
2. Гаврилов Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике / Гаврилов Г. П., Сапоженко А. А. - 3-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0477-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665717&idb=0>.

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

<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1683>

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.04 - Программная инженерия.

Автор(ы): Мокеев Дмитрий Борисович, кандидат физико-математических наук.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.