

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Теория дискретных функций

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

01.05.01 - Фундаментальные математика и механика

---

Направленность образовательной программы

Фундаментальная механика и приложения

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 Теория дискретных функций относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
ПК-6: Владение навыками самостоятельного анализа поставленной задачи, выбора корректного метода ее решения, построения алгоритма и его реализации	ПК-6.1: Умеет самостоятельно анализировать задачу, выбирать методы решения, создавать алгоритм решения и реализовывать его ПК-6.2: Владеет навыками решения практических задач, анализа результатов решения	ПК-6.1: Умения: представлять булевы функции в различных формах (ДНФ, КНФ, полином Жегалкина), переходить от одной формы представления к другой, устанавливать полноту системы булевых функций, строить оптимальный двоичный код и коды, исправляющие ошибки.  ПК-6.2: Владения: основными методами эквивалентных преобразований формул булевых функций, методами построения кодов.	Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43

Промежуточная аттестация	0 Зачёт
--------------------------	------------

### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
1. Функции алгебры логики	15	4	4	8	7
2. Нормальные формы (СДНФ, СКНФ, полином Жегалкина)	19	6	6	12	7
3. Замкнутые классы	19	6	6	12	7
4. Теорема Поста о функциональной полноте	13	2	4	6	7
5. Оптимальное кодирование.	19	6	6	12	7
6. Помехоустойчивое кодирование.	22	8	6	14	8
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	108	32	32	65	43

#### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Логические функции. Число функций. Существенные и фиктивные переменные. Элементарные функции.
2. Нормальные формы логических функций: СДНФ, СКНФ.
3. Полином Жегалкина.
4. Понятия замкнутого класса и полноты. Теорема сведения.
5. Класс самодвойственных функций.
6. Класс монотонных функций.
7. Класс линейных функций.
8. Теорема Поста о полноте.
9. Понятия предполного класса и базиса. Следствия из теоремы Поста.
10. Понятие схемы из функциональных элементов. Простейшие методы синтеза схем. Построение схемы сумматора.
11. Задача оптимального кодирования. Обратимые и префиксные коды.
12. Неравенство Макмиллана.
13. Теорема о существовании префиксного кода с заданными длинами кодовых слов.
14. Построение оптимального префиксного кода (метод Хаффмана).
15. Код Хэмминга.

#### 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.

Самостоятельная работа включает выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением, изучение литературы и проработку теоретического материала лекционных занятий.

#### 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 ПК-6:

ЗАДАЧА 1. Какие из следующих функций являются базисами в  $P_2$ ?

а)  $\{\overline{x_1} \rightarrow x_2, x_1 \vee x_2, x_1 \sim x_2\}$ ; б)  $\{x_1 \vee x_2, x_1 \sim x_2, x_1 \oplus x_2\}$ ; в)  $\{0, x_1 \sim x_2, x_1 \oplus x_2\}$ .

ЗАДАЧА 2. Найти число вхождений переменных в полином Жегалкина для функции  $(x_1 x_2 \rightarrow x_3) \oplus (x_2 | x_3)$ .

ЗАДАЧА 3. Найдите число функций от переменных  $x_1, x_2, x_3, x_4$  в множестве  $(L \cap S) - M$ .

ЗАДАЧА 4. Выясните, какие из данных наборов чисел являются набором длин слов оптимального двоичного префиксного кода при распределении частот  $\left(\frac{5}{11}, \frac{3}{11}, \frac{1}{11}, \frac{1}{11}, \frac{1}{11}\right)$ .

а) (1, 2, 2, 4, 4); б) (1, 3, 3, 3, 3); в) (1, 2, 3, 4, 4).

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

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

##### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа 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 несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

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

	<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 ПК-6

1. Определение функции алгебры логики. Определения понятий существенная и несущественная переменные булевой функции, а также равенства булевых функций.
2. Определение понятий формулы над системой булевых функций, эквивалентности формул
3. Определения элементарных функций алгебры логики и их свойства
4. Определения понятий замыкания системы булевых функций, замкнутого класса
5. Определения СДНФ и СКНФ.
6. Определение понятия функциональной полноты системы булевых функций. Сформулировать и доказать достаточное условие полноты заданной системы булевых функций.
7. Определение полинома Жегалкина
8. Определение линейной булевой функции. Сформулировать и доказать лемму о нелинейной функции
9. Определение булевой функции, двойственной заданной. Сформулировать и доказать принцип двойственности
10. Определение самодвойственной булевой функции. Сформулировать и доказать лемму о несамодвойственной функции.
11. Определение монотонной функции. Сформулировать и доказать лемму о немонотонной функции.
12. Постановка задачи оптимального кодирования. Алгоритм Хаффмана.

13. Постановка задачи помехоустойчивого кодирования.

14. Алгоритм построения кода Хэмминга.

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

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

Основная литература:

1. Яблонский Сергей Всеволодович. Введение в дискретную математику : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика". - Изд. 5-е, стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 384 с. : ил. - ISBN 978-5-06-005943-4 : 574.00., 2 экз.
2. 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>.
3. Киселева Л. Г. Функции алгебры логики в примерах и задачах : учебно-методическое пособие / Киселева Л. Г., Смирнова Т. Г. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. - 58 с. - Рекомендовано методической комиссией института информационных технологий, математики и механики для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010302 «Прикладная математика и информатика», 020302 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», 090303 «Прикладная информатика (в информационной сфере)», 090304 «Программная инженерия». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729704&idb=0>.
4. 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>.

Дополнительная литература:

1. Гаврилов Гарий Петрович. Сборник задач по дискретной математике : [для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - М. : Наука, 1977. - 368 с. : ил. - 0.84., 96 экз.
2. Кузнецов Олег Петрович. Дискретная математика для инженера. - Изд. 6-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009. - 400 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0570-1 : 454.96., 11 экз.

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

Гашков С.Б., Фролов А.Б. Дискретная математика: учебник и практикум для академического бакалавриата. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2017. — 448 с.

<https://biblio-online.ru/book/D7F91C17-137D-4B22-8B74-EA7E8114E31E>

## **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 01.05.01 - Фундаментальные математика и механика.

Автор(ы): Сидоров Сергей Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.