

Минобрнауки России

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кургалин Сергей Дмитриевич

Кафедра цифровых технологий

25.06.2021



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.19 Дискретная математика

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

Квантовая теория информации, Распределенные системы и искусственный интеллект

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Лобода Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована:

протокол НМС ФКН № 5 от 10.03.2021

8. Учебный год:

2021-2022

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

целью дисциплины является формирование у студентов обобщенных представлений об основах современных компьютерно-цифровых технологий, существенно отличающихся от идей классической (непрерывной) математики. Основной задачей является знакомство с идеями дискретного моделирования в приложении к различным проблемам обработки и передачи информации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1. Для успешного освоения дисциплины требуются знания в объеме школьной программы по математике.

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

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
<p>ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук</p>	<p>Знает основные понятия теории булевских функций, теории рекуррентных соотношений, теории графов, теории кодирования.</p>
<p>ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.2 Умеет использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p>Умеет использовать понятия, модели и конструкции, связанные с булевыми функциями и их реализацией; описывать дискретные модели при помощи графов и деревьев; проверять необходимые и достаточные условия однозначности схем кодирования, строить оптимальные схемы кодирования.</p>

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	Владеет методом математической индукции, различными способами представления булевских функций, основными конструктивными идеями теории графов и теории кодирования.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

5/180

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 1	Всего
Аудиторные занятия	68	68
Лекционные занятия	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные занятия		0
Самостоятельная работа	76	76
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	36	36
Часы на контроль	36	36
Всего	180	180

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Введение	Комбинаторика. Метод математической индукции. Рекуррентные формулы. Числа Фибоначчи.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11983
2	Булевские функции	Выражение одних булевских функций через другие. Полиномы по модулю 2. ДНФ и КНФ. Полнота и замкнутость системы функций. Основные замкнутые классы функций. Теорема Поста о функциональной полноте.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11983
3	Схемы функциональных элементов	Постановка задачи о минимизации ДНФ. Простейшие приемы минимизации. Оценка сложности реализации функции схемой функциональных элементов. Функции Шеннона.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11983
4	Графы	Графы. Деревья. Сети. Изоморфизм и планарность графов. Оценки числа деревьев. Двухполюсные сети.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11983

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
5	Кодирование	Кодирование и декодирование. Схемы алфавитного кодирования и их свойства. Однозначное кодирование: необходимые и достаточные условия. Оптимальное кодирование. Метрика на n-мерном кубе.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11983

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	6	6		12	24
2	Булевские функции	8	8		16	32
3	Схемы функциональных элементов	6	6		14	26
4	Графы	8	8		16	32
5	Кодирование	6	6		18	30
		34	34	0	76	144

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 работы на лекциях и выполнения практических (или лабораторных) заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины. Лекционные занятия формируют базу для практических (или лабораторных) занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических (лабораторных) занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с

использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, презентационным материалом (при наличии) и 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	Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов [Электронный ресурс] / Хаггарти Р. - Издание 2-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012. — Москва : Техносфера, 2012. — 400 с. — Дискретная математика для программистов [Электронный ресурс] / Хаггарти Р. - Издание 2-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012. — ISBN 5-94836-303-5. — <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363035.html >.
2	Шевелев, Ю. П. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Шевелев Ю. П. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 592 с. — Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальности «Прикладная математика и информатика». — Книга из коллекции Лань - Математика. — ISBN 978-5-8114-4284-3. — <URL: https://e.lanbook.com/book/118616 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Судоплатов, С. В. Дискретная математика : учебник / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. — 4-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 278 с. — (Учебники НГТУ). — http://biblioclub.ru/ . — ISBN 978-5-7782-1815-4. — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135675 >.
2	Кожухов, С. Ф. Сборник задач по дискретной математике / Кожухов С. Ф., Совертков П. И. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-2588-4. — <URL: https://e.lanbook.com/book/102606 >.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru
5	Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Кожухов, С. Ф. Сборник задач по дискретной математике / Кожухов С. Ф., Совертков П. И. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018 .— 324 с. — ISBN 978-5-8114-2588-4 .— <URL: https://e.lanbook.com/book/102606 >.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

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:

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 477

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук HP Pavilion Dv9000-er, мультимедийный проектор, экран

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

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 479

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-8400-2,8ГГц, монитор с ЖК 19», мультимедийный проектор, экран

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

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 505п

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-3220-3.3ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

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

Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 292

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя Pentium-G3420-3,2ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран. Система для видеоконференций Logitech ConferenceCam

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

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 297

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

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

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 380

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

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

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 305п

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук HP Pavilion Dv9000-er, мультимедийный проектор, экран

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

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 307п

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук HP Pavilion Dv9000-er, мультимедийный проектор, экран

ПО: 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 1-5	ОПК-1	ОПК-1.1	Контрольная работа
2	Разделы 1-5	ОПК-1	ОПК-1.2	Контрольная работа
3	Разделы 1-5	ОПК-1	ОПК-1.3	Контрольная работа

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Экзамен

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Перечень заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 1 (Введение в дискретную математику)

1. Верно ли, что элемент X_{14} последовательности $X_{n+2} = 3X_{n+1} - 2X_n$, $X_1 = 2$, $X_2 = 3$, равен 8193 ?

2. Доказать, что $(2n)! < 2^{2n} (n!)^2$.

3. Задана булевская функция $f = (10011110)$. Выяснить: какие из ее переменных являются существенными, а какие - фиктивными ?

Контрольная работа № 2 (Булевские функции)

1. Каким из двух классов L и M принадлежит функция $f = (10110010)$?

2. Вычислить $|(L \setminus T_1)(n)|$.

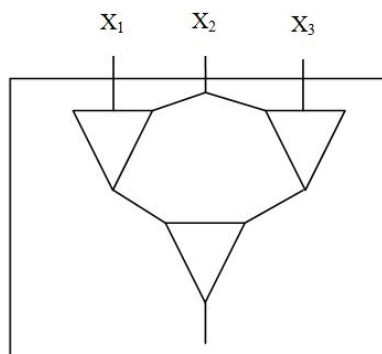
3. Каким из 5 основных замкнутых классов принадлежит функция $f = x \& \bar{y} \& (x + y)$?

Контрольная работа № 3 (Графы и схемы функциональных элементов)

1. Описать все неизоморфные графы (без петель и кратных ребер) с четырьмя вершинами.

2. Задать булевскую функцию $f = (10101110)$ в виде СФЭ в базисе $B = \{x \& y, x + y, \bar{x}\}$ с ограничением на сложность $L(f) < 11$.

3. Построить таблицу истинности для булевской функции f , заданной в виде СФЭ



Контрольная работа № 4 (Кодирование)

1. Является ли однозначной алфавитная схема $\Sigma_{7,3}$ со следующим набором кодовых слов:
 $C = \{ab, bc, abc, bbb, abac, babbc, abbbc\}$?

2. Построить оптимальную схему кодирования $\Sigma_{8,3}$ для следующего набора частот

$$1 : 2 : 3 : 3 : 3 : 4 : 10 : 14,$$

соответствующих буквам алфавита сообщений.

3. Проверить, существует ли набор частот, связанный с алфавитом сообщений, при котором схема кодирования со следующим набором длин кодовых слов $L = \{1, 1, 2, 3, 3, 3\}$ была бы оптимальной?

20.2 Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к экзамену

I. Комбинаторика. Математическая индукция

1. Комбинаторные числа: Комбинаторные числа: $C_n^k, A_n^k, P_n, n!$, n-мерный куб.
2. Метод математической индукции.
3. Рекуррентные формулы. Числа Фибоначчи.

II. Булевы функции

1. Булевы функции. Количество булевых функций от n переменных.
2. Булевы функции от двух переменных и элементарные логические операции.
3. Задание булевых функций формулами.
4. Свойства системы $A_0 = \{\wedge, \vee, \neg\}$.
5. Представление булевых функций совершенными ДНФ.
6. Представление булевых функций совершенными КНФ.

7. Полиномы Жегалкина.
8. Полнота и замкнутость системы булевых функций.
9. Определение основных замкнутых классов T_0, T_1, S, M, L .
10. Теорема о несовпадении основных замкнутых классов.
11. Теорема о функциональной полноте. Схема доказательства.
12. Лемма о построении констант на основе свойств T_0, T_1, S .
13. Лемма о построении отрицания на основе свойств M .
14. Лемма о построении конъюнкции на основе свойств L .
15. Сложность и минимизация булевых функций.

III. Схемы функциональных элементов

1. Схемы функциональных элементов. Связь с булевыми функциями.
2. Синтез схем функциональных элементов.
3. Оценка количества схем функциональных элементов.
4. Функции Шеннона и их оценки.

IV. Графы, деревья, сети

1. Графы: вершины, ребра, инцидентность. Изображение и изоморфизм графов.
2. Подразделение графа, подграф, гомеоморфизм графов. Планарность графа.
3. Пути, циклы, петли на графе. Связность графа и степени его вершин.
4. Оценка числа графов с заданным количеством ребер.
5. Дерево. Эквивалентность двух определений.
6. Оценка числа деревьев с заданным количеством ребер.
7. Оценка числа ребер «густого» дерева.
8. Двухполюсные сети. Суперпозиция сетей. П-сети.
9. Оценка числа П-сетей.

V. Элементы теории кодирования.

1. Основные понятия теории кодирования: алфавит, слово, сообщение, схема кодирования, декодирование.
2. Однозначность кодирования. Однозначность префиксных кодов.
3. Однозначность кодирования и его обращения. Критерий Маркова однозначности декодирования.
4. Неравенство Крафта-Макмиллана для однозначных кодов.
5. Теорема об «улучшении» однозначного кода.
6. Определение однозначности кодирования при помощи графов.
7. Префиксные коды и деревья.
8. Избыточность кодов. Существование оптимальных кодов (кодов с минимальной избыточностью).
9. Способы уменьшения избыточности кода.
10. Метод Хаффмена построения оптимального кода.

11. Самокорректирующиеся коды. Простейшие идеи построения.
12. Коды Хемминга, исправляющие одну ошибку.
13. Расстояние (метрика) на множестве E^n .

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трём из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырём из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.	–	Неудовлетворительно