



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дагестанский государственный университет»  
Факультет математики и компьютерных наук



«Утверждаю»  
Проректор по научной работе  
и инновациям

Ашурбеков Н.А.

« 04 » 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Дополнительные главы дискретной математики»

Уровень образования:

Подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура)

**Направление подготовки**

02.06.01 – Компьютерные и информационные науки

**Профиль (направленность программы)**

05.13.11 Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,  
комплексов и компьютерных сетей

Квалификация (степень) выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Статус дисциплины: обязательная

Форма обучения: очная

Махачкала – 2021

Рабочая программа составлена с учётом ФГОС ВО по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 864.

Разработчик: рабочая группа под руководством д.ф.-м.н., проф. по специальности 01.01.09 – «дискретная математика и математическая кибернетика» Магомедова А.М.


Рабочая программа дисциплины одобрена

1) на заседании кафедры дискретной математики и информатики 26.04.2021, протокол №8.

Завкафедрой  Магомедов А.М.

2) на заседании методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от 28.04.2021, протокол № 5.

Председатель  Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа согласована с начальником Управления аспирантуры и докторантуры ДГУ  Рамазанова Э.Т.

## Аннотация

Дисциплина «Дополнительные главы дискретной математики» относится к вариативной части Блока 1 Основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль (направленность программы) 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Дисциплина реализуется кафедрой дискретной математики и информатики и направлена на подготовку аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с понятиями из алгебры логики, теории автоматов и теории графов, а также их применение в задачах моделирования и оптимизации

Цель дисциплины – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области алгебры логики, теории автоматов, теории кодирования, теории графов.

Дисциплина нацелена на формирование компетенций выпускника аспирантуры: УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1.

### **1. Область применения и нормативные ссылки**

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, изучающих дисциплину «Дополнительные главы дискретной математики»

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 864;
- Образовательной программой 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- Учебным планом университета по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки, утвержденным в 2021 г.

Форма промежуточной аттестации – зачёт. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 ЗЕ, 72 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия – 12 часов, практические занятия – 6 часов, самостоятельная работа – 54 часа.

Объем дисциплины – три зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия							Форма контроля
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					в том числе экзамен и подготовка к нему	
		всего	из них					
Лекции			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
1	72	18	12		6		54	Зачёт

### Цели освоения дисциплины

Дисциплина ставит своей целью углубленное изучение аспирантами важнейших разделов дискретной математики. В процессе обучения прививаются навыки свободного обращения с такими дискретными объектами как функции алгебры логики, автоматные функции, машины Тьюринга, рекурсивные функции, графы, и вырабатывается представление о проблематике теории кодирования, синтеза управляющих систем. Большое внимание уделяется построению алгоритмов для решения задач дискретной математики. Это способствует более глубокому пониманию проблематики теории алгоритмов, ее возможностей и трудностей, помогает строить алгоритмы для решения дискретных задач

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Код компетенции из ФГОС ВО	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций	Планируемые результаты обучения
УК-1	Обладать способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и	Знает: принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач Умеет: анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной

	практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	деятельности Владеет: навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений
ОПК-1	Обладать способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает: основную проблематику актуальных исследований в области дискретной математики, основные алгоритмы исследовательского поиска, перспективы применения основных алгоритмов дискретной математики Умеет: ориентироваться в задачах дискретной математики и математической кибернетики. Владеет: навыками свободного обращения с такими дискретными объектами как функции алгебры логики, автоматные функции, машины Тьюринга, рекурсивные функции, графы и выработать представление о проблематике теории кодирования, синтеза управляющих систем. Демонстрирует способность и готовность применять полученные знания на практике
ОПК-2	Обладать, готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	Знает: основы алгоритмизации, основы оптимального представления входных данных, принципы поиска оптимальных структур, удовлетворяющих тем или иным свойствам. Умеет: выполнять поиск оптимальных структур, представлять входные данные в удобной для обработки форме, определять вычислительную сложность в простых случаях, распознавать алгоритмы полиномиальной сложности. Владеет: развитыми навыками представления дискретных структур в памяти
ПК-1	Обладать, способностью к организации и проведению научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, в том	Знает: Основные понятия, идеи, методы, связанные с дисциплинами фундаментальной математики, основные научные подходы исследуемому материалу Владеет: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств ре-

	числе руководству научно-исследовательской работой студентов	шения задач исследования; владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования Умеет: критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований научные подходы исследуемому материалу
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Дополнительные главы дискретной математики» относится к разделу «Обязательные дисциплины» образовательной составляющей образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности научных работников 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей». Курс по дисциплине читается на 1 курсе в 1 семестре. Для изучения данной дисциплины необходимы знания и умения, полученные при изучении дисциплин: «Дискретная математика», «Алгебра и Геометрия», «Математическая логика». А также опыт научно-исследовательской деятельности и знания о методах получения современного научного знания.

### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 72 часа: из них 12 часов лекционных занятий, 6 часов практических занятий, 54 - самостоятельная работа аспирантов. Итоговая форма контроля – зачёт.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Форма аттестации
				Всего	Лекции	Практические	Самостоятельная работа	
	Модуль 1							
1.	Введение.	1	1	8	2		6	

	Предмет и задачи курса.							
2.	Алгебра логики	1	2-3	8		2	6	
3.	Ограниченно-детерминированные (автоматные) функции	1	4-5	8	2		6	
4.	Вычислимые функции	1	5-6	10	2		8	
	Итого за модуль 1			<b>34</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>26</b>	
5.	Графы	1	6-9	12	2	2	8	
6.	Коды	1	10-12	8	2		6	
7.	Дизъюнктивные нормальные формы	1	12-15	8		2	6	
8.	Схемы из функциональных элементов.	1	16-18	10	2		8	
	Итого за модуль 2			<b>38</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>38</b>	
9.	Итого			<b>72</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>54</b>	<b>Зачёт</b>

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса.

Краткая характеристика основных направлений дискретной математики. Формулировка задач, соответствующих направлениям.

### Тема 2. Алгебра логики.

Функции алгебры логики. Формулы. Реализация функций формулами, эквивалентность формул. Свойства элементарных функций. Принцип двойственности. Разложение функций алгебры логики по переменным. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Полнота и замкнутость, примеры полных систем. Важнейшие замкнутые классы, теорема о полноте.

### Тема 3. Ограниченно-детерминированные (автоматные) функции.

Операции над ограниченно-детерминированными функциями. Диаграммы переходов. Канонические уравнения. Примеры полных систем. Пример универсальной ограниченно-детерминированной функции. Проблема распознавания полноты систем ограниченно-детерминированных функций.

#### **Тема 4. Вычислимые функции.**

Машины Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга. Вычислимые функции. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации. Рекурсивные функции, их связь с классом вычислимых функций. Тезис Тьюринга.

#### **Тема 5. Графы.**

Основные понятия теории графов. Типы и способы задания графов. Изоморфизм, связность. Деревья и их свойства. Корневые деревья и оценка их числа. Геометрическая реализация графов. Формула Эйлера. Понятие о теореме Понтрягина-Куратовского. Оценки числа графов.

#### **Тема 6. Коды.**

Проблематика теории кодирования. Алфавитное кодирование. Критерий однозначности декодирования. Помехоустойчивое кодирование. Коды Хэмминга. Коды с минимальной избыточностью.

#### **Тема 7. Дизъюнктивные нормальные формы.**

Проблема построения минимальных дизъюнктивных нормальных форм и подходы к ее решению.

#### **Тема 8. Схемы из функциональных элементов.**

Схемы из функциональных элементов в базисе: конъюнкция, дизъюнкция, отрицание. Примеры построения схем из функциональных элементов. Двоичный сумматор. Задача построения минимальных схем из функциональных элементов и подходы к ее решению. Функция Шеннона. Порядок функции Шеннона.

#### **4.3. Самостоятельная работа аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды работ: решение задач, подготовка рефератов, выступления с докладами по реферату.

#### **Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов**

	Виды самостоятельной работы и контроля	Трудоёмкость в зач.
1.	Проработка и повторение лекционного материала и материала рекомендованной литературы – выполняется самостоятельно каждым аспирантом по итогам каждой из лекций, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются конспект лекций, учебники, рекомендуемые данной программой	30



2.	Самостоятельное изучение отдельных подразделов программы - выполняется каждым аспирантом по заданию преподавателя, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются материалы, рекомендуемые данной программой	24
	Всего часов	54

## 5. Фонд оценочных средств

Оценочные средства текущего контроля – устные вопросы, письменная работа, собеседование, тесты

«Отлично» - Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений и специфике дискретной математики и математической кибернетики.

«Хорошо» - Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных проблемах и методах решений. Сформированные, но содержащие отдельные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

«Удовлетворительно» - Неполные представления об основных проблемах и методах решений. Неполные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

«Неудовлетворительно» - Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений. Фрагментарные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

### Темы рефератов:

1. Алгебра логики. Функции алгебры логики.
2. Формулы. Реализация функций формулами, эквивалентность формул.
3. Свойства элементарных функций. Принцип двойственности.
4. Разложение функций алгебры логики по переменным.
5. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
6. Полнота и замкнутость, примеры полных систем. Важнейшие замкнутые классы, теорема о полноте.
7. Ограниченно-детерминированные (автоматные) функции. Операции над ограниченно-детерминированными функциями.
8. Диаграммы переходов. Канонические уравнения.
9. Примеры полных систем. Пример универсальной ограниченно-детерминированной функции.
10. Проблема распознавания полноты систем ограниченно-детерминированных функций.
11. Машины Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга.
12. Вычислимые функции. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации

13. Рекурсивные функции, их связь с классом вычислимых функций. Тезис Тьюринга.
14. Графы. Основные понятия теории графов. Типы и способы задания графов. Изоморфизм, связность.
15. Деревья и их свойства. Корневые деревья и оценка их числа. Геометрическая реализация графов.
16. Формула Эйлера. Понятие о теореме Понтрягина-Куратовского. Оценки числа графов.
17. Коды. Проблематика теории кодирования. Алфавитное кодирование. Критерий однозначности декодирования.
18. Помехоустойчивое кодирование. Коды Хэмминга.
19. Коды с минимальной избыточностью.
20. Проблема построения минимальных дизъюнктивных нормальных форм и подходы к ее решению.
21. Схемы из функциональных элементов в базисе: конъюнкция, дизъюнкция, отрицание. Примеры построения схем из функциональных элементов. Двоичный сумматор.
22. Задача построения минимальных схем из функциональных элементов и подходы к ее решению.
23. Функция Шеннона. Порядок функции Шеннона.

### **Вопросы к зачёту**

1. Проблема полноты. Теорема о полноте систем функций двужначной логики.
2. Алгоритм распознавания полноты систем функций  $k$ -значной логики.
3. Вычислимые функции. Эквивалентность класса рекурсивных функций и класса функций, вычислимых на машинах Тьюринга.
4. Алгоритмическая неразрешимость проблемы эквивалентности слов в ассоциативных исчислениях.
5. Графы и сети. Оценки числа графов и сетей различных типов.
6. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера для плоских графов. Необходимые условия планарности в теореме Понтрягина-Куратовского (без доказательства достаточности).
7. Алфавитное кодирование. Критерии однозначности декодирования. Неравенство Крафта-Макмиллана.
8. Оптимальное кодирование. Построение кодов с минимальной избыточностью.
9. Самокорректирующиеся коды. Граница упаковки. Коды Хемминга, исправляющие единичную ошибку.
10. Конечные поля и их основные свойства.
11. Коды Боуза—Чоудхури—Хоквингема.
12. Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ). Постановка задачи в геометрической форме.
13. Локальные алгоритмы построения ДНФ. Построение ДНФ  $T$  («сумма тупиковых») с помощью локального алгоритма.

14. Невозможность построения ДНФ  $M$  («сумма минимальных») в классе локальных алгоритмов.

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература:**

1. Васильев, А. В. Задачи по дискретной математике для контрольных и самостоятельных работ, Булевы функции / [А. В. Васильев, Н. К. Замов, П. В. Пшеничный]. - Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2012. - 57 с. URL: [http://kpfu.ru/docs/F1292703854/Chast1\\_2012.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1292703854/Chast1_2012.pdf)
2. Асанов М.О., Баранский В.А., Расин В.В. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. - СПб.:Лань, 2010. - 368 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=536](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=536)
3. Мальцев И.А. Дискретная математика. -СПб.:Лань, 2011. - 304 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=638](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=638)
4. Мальцев, И. А. Дискретная математика: учебное пособие / И. А. Мальцев. - Изд. 2-е, испр.. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011. - 290 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Амбарцумов, Л. Г. Дискретная математика, Множества. Отображения. Отношения: учебное пособие / Л. Г. Амбарцумов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А. Н. Туполева - КАИ". - Казань: [Изд-во Казанского государственного технического университета], 2013. - 114 с.
2. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов: Учеб. пособие / Ф.А.Новиков. - 2-е изд.. - СПб. и др.: Питер, 2004. - 363 с.
3. Альпин, Ю. А. Дискретная математика: графы и автоматы: учеб. пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин; Казан. гос. ун-т. - Казань: [Казан. гос. ун-т], 2007. - 77 с.
4. Дискретная математика: графы и автоматы: учеб. пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин; Казан. гос. ун-т. - Казань, 2007. - URL:<http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-761515.pdf>.
5. Дискретная математика: Учебное пособие / В.В. Куликов. - М.: РИОР, 2007. - 174 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=126799>
6. Шевелев Ю.П. Дискретная математика. - СПб.:Лань, 2008. - 592 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=437](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=437).

### **6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».**

1. <http://www.allmath.com/> - Портал математических интернет-ресурсов
2. <http://www.math.ru/> - Портал математических интернет-ресурсов
3. <http://en.edu.ru/> - Портал образовательных ресурсов по естественнонаучным дисциплинам
4. <http://algotlist.manual.ru/> - Портал ресурсов по математике, алгоритмам и ИТ
5. <http://www.exponenta.ru/> - Сайт с учебными материалами по математическим дисциплинам.

## **7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности 05.13.11 программа специальности «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерное моделирование и визуализация, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков аспирантов.

В библиотеке ДГУ имеется необходимая литература, для проведения лекций используется презентационное оборудование. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с необходимым программным обеспечением. Вся основная литература предоставляется аспиранту в электронном формате.

## **8. Образовательные технологии**

Предусматривается регулярное общение с лектором и представителями российских и зарубежных компаний по электронной почте и по Zoom. Процесс изложения учебного материала сопровождается презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного проектора.

Наряду с интерактивными лекциями предусматривается участие в научно-методологических семинарах, коллоквиумах и конференциях; мастер-классы экспертов и специалистов; самостоятельная работа аспиранта, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к занятиям с использованием интернета и электронных библиотек.