

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

**Институт информационных технологий, математики и механики**

---

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
31.05.2023 г. №6

**Рабочая программа дисциплины**

**Дискретная математика**

---

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования  
бакалавриат

---

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**09.03.03 Прикладная информатика**

---

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы  
Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ

---

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

---

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.09 Дискретная математика относится к обязательной части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

## 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**	
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>УК-1.1.</b> Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе.	Знать основные понятия дискретной математики – множества, бинарные отношения, элементы комбинаторики, элементы алгебры высказываний	собеседование
	<b>УК-1.2.</b> Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	Уметь применять теоретические знания для решения систем уравнений в алгебре множеств, построения совершенных нормальных форм	собеседование
	<b>УК-1.3.</b> Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов.	Владеть техникой доказательства математических утверждений таких, как теорема Кантора об эквивалентности множеств, теорема Поста о функциональной полноте	собеседование
<b>ОПК-1.</b> Способен применять естественнонаучные	<b>ОПК-1.1.</b> Демонстрирует знание основ высшей	Знать основные понятия теории множеств, бинарных отношений, комбинаторного анализа и	собеседование

и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	математики, физики, вычислительной техники и программирования.	алгебры высказываний	
	<b>ОПК-1.2.</b> Демонстрирует умение решать профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Уметь решать задачи дискретной математики	собеседование
	<b>ОПК-1.3.</b> Демонстрирует наличие практического опыта теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Владеть методами дискретной математики применительно к исследованию абстрактных объектов	собеседование

### 3 Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>50</b>
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	16
- текущий контроль (КСР)	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>22</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

#### 3.2.Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				Самостоятельная работа студента часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего контактных часов	Всего КСР
Множества. Конечные и бесконечные множества. Способы задания множеств.	27	11	6		17	10

<p>Подмножества. Множество всех подмножеств данного множества. О числе <math>k</math>-элементных подмножеств <math>n</math>-элементного множества. Определение мощности множества всех подмножеств конечного множества (с использованием формулы бинома Ньютона). Универсальное множество. Понятие алгебры. Алгебра множеств. Понятия алгебраических и кардинальных операций. Алгебраические операции над множествами. Законы алгебры множеств. Двойственность в алгебре множеств. Уравнения и системы уравнений в алгебре множеств. Основные леммы, используемые при решении уравнений в алгебре множеств. Мощность множества. Понятие счетного множества и континуума. Канторовская диагональная процедура. Примеры счетных множеств. Доказательство счетности множества алгебраических чисел. Свойства счетных множеств. Необходимые и достаточные условия бесконечности множества. Примеры континуальных множеств. Теорема Кантора-Бернштейна. Доказательство существования иррациональных и трансцендентных чисел. Кардинальные операции над множествами. Прямое произведение множеств. Проекция множеств.</p>						
<p><b>БИНАРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ</b>  Бинарные отношения. Свойства бинарных отношений. Представления бинарных отношений в виде матриц, орграфов, верхнего и нижнего сечений. Операции над бинарными отношениями. Выражение свойств бинарных отношений через задающие их множества. Отношения порядка. Упорядоченные множества. Отношение эквивалентности. Классы эквивалентности. Системы различных представителей. Лексикографическое отношение порядка. Мажоранта и миноранта множеств. Максимум и минимум множеств. Точные грани множеств. Понятие графика. Функциональные, инъективные графики. Инверсия графика. Соответствия. Функциональные, инъективные, сюръективные и биективные соответствия. Общее понятие функции. Биективная функция.</p>	19	6	3		9	10
<p><b>ЭЛЕМЕНТЫ КОМБИНАТОРИКИ</b>  Элементы комбинаторного анализа. <math>(n,k)</math>-выборки. Выборки</p>	5	2	1		3	2

упорядоченные, неупорядоченные, с повторениями, без повторений.						
<b>АЛГЕБРА ЛОГИКИ</b> Высказывания. Операции над высказываниями. Алгебра логики. Формулы и функции алгебры логики. О числе функций алгебры логики от $n$ переменных. Равносильные формулы. Законы алгебры логики. ДНФ и КНФ. Разложение функций алгебры логики по к переменным. СДНФ и СКНФ. Логические следствия. Проблема разрешимости в алгебре логики. Тавтологии и противоречия. Основные схемы доказательств: если $x$ то $y$ , доказательство от противного, доказательство построением цепочки импликаций, доказательство разбором случаев. Суперпозиция функций алгебры логики. Полные системы функций. Понятие базиса. Алгебра Жегалкина. Полином Жегалкина. Теорема Жегалкина. Замкнутые классы функций. Линейные функции. Монотонные функции. Теорема о монотонных функциях. Двойственность в алгебре высказываний. Самодвойственные функции. Функции сохраняющие константы 0, 1. Теорема Поста о функциональной полноте.	22	15	7		22	
<b>Промежуточная аттестация - экзамен</b>						

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

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

Для самоконтроля у студента имеется возможность изучения материала в дистанционном управляемом курсе (требуется авторизация): <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3368>

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Дискретная математика» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий и подготовку к экзамену.

Тематика самостоятельной работы

Решение уравнений и систем уравнений в алгебре множеств. Проверка задания.

Анкета бинарных отношений. Проверка задания.

Комбинаторные соотношения. Проверка задания.

Полнота системы функций алгебры логики. Проверка задания.

#### **Вопросы для самостоятельной работы**

1. Определение мощности множества всех подмножеств конечного множества (с использованием формулы бинома Ньютона).
2. Решение уравнений в алгебре множеств.
3. Решение систем уравнений в алгебре множеств.
4. Максимум и минимум множеств.
5. Функциональные, инъективные графики.
6. Биъективная функция.
7. Формулы и функции алгебры логики.
8. Проблема разрешимости в алгебре логики.
9. Полином Жегалкина.
10. Теорема о монотонных функциях.
11. Теорема о самодвойственных функциях.
12. Теорема о монотонных функциях.

**5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:**

**5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	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 владения материалом. 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	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»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1.Множества. Конечные и бесконечные множества. Способы задания множеств.	УК-1
2. Подмножества. Множество всех подмножеств данного множества.	УК -1
3. О числе $k$ -элементных подмножеств $n$ -элементного множества.	УК -1
4.Определение мощности множества всех подмножеств конечного множества (с использованием формулы бинома Ньютона).	УК -1
5.Универсальное множество. Понятие алгебры. Алгебра множеств.	УК -1
6.Понятия алгебраических и кардинальных операций. Алгебраические операции над множествами.	УК -1
7.Законы алгебры множеств. Двойственность в алгебре множеств.	УК -1
8.Уравнения и системы уравнений в алгебре множеств. Основные леммы, используемые при решении уравнений в алгебре множеств.	УК -1
9.Мощность множества. Понятие счетного множества и континуума.	УК -1
10.Канторовская диагональная процедура. Примеры счетных множеств.	УК -1
11.Доказательство счетности множества алгебраических чисел.	УК -1
12.Свойства счетных множеств. Необходимые и достаточные условия бесконечности множества.	УК -1
13. Примеры континуальных множеств. Теорема Кантора-Бернштейна.	УК -1
14. Доказательство существования иррациональных и трансцендентных чисел.	ОПК-1
15.Кардинальные операции над множествами. Прямое произведение множеств. Проекция множеств.	ОПК-1
16.Бинарные отношения. Свойства бинарных отношений.	ОПК-1
17.Представления бинарных отношений в виде матриц, орграфов, верхнего и нижнего сечений.	ОПК-1
18. Операции над бинарными отношениями. Выражение свойств бинарных отношений через задающие их множества.	ОПК-1
19. Отношения порядка. Упорядоченные множества.	ОПК-1
20.Отношение эквивалентности. Классы эквивалентности.	ОПК-1
21.Лексикографическое отношение порядка.	ОПК-1



22.Мажоранта и миноранта множеств. Максимум и минимум множеств. Точные грани множеств.	ОПК-1
23.Понятие графика. Функциональные, инъективные графики. Инверсия графика.	ОПК-1
24.Соответствия. Функциональные, инъективные, сюръективные и биективные соответствия.	ОПК-1
25.Общее понятие функции. Биективная функция.	ОПК-1
26.Высказывания. Операции над высказываниями. Формулы и функции алгебры логики.	ОПК-1
27.О числе функций алгебры логики от $n$ переменных.	ОПК-1
28. Равносильные формулы. Законы алгебры логики.	ОПК-1
29.ДНФ и КНФ.	ОПК-1
30.Разложение функций алгебры логики по $k$ переменным.	ОПК-1
31.СДНФ и СКНФ.	ОПК-1
32. Логические следствия. Проблема разрешимости в алгебре логики.	ОПК-1
33.Тавтологии и противоречия.	ОПК-1
34.Основные схемы доказательств: если $x$ то $y$ , доказательство от противного, доказательство построением цепочки импликаций, доказательство разбором случаев.	ОПК-1
35.Суперпозиция функций алгебры логики.	ОПК-1
36. Полные системы функций. Понятие базиса.	ОПК-1
37.Алгебра Жегалкина. Полином Жегалкина. Теорема Жегалкина.	ОПК-1
38.Замкнутые классы функций.	ОПК-1
39. Линейные функции.	ОПК-1
40. Монотонные функции. Теорема о монотонных функциях.	ОПК-1
41.Двойственность в алгебре высказываний. Самодвойственные функции.	ОПК-1
42.Функции сохраняющие константы 0, 1.	ОПК-1
43. Лемма о получении константы.	ОПК-1
44. Лемма о получении отрицания.	ОПК-1
45. Лемма о получении конъюнкции.	ОПК-1
46.Теорема Поста о функциональной полноте.	ОПК-1

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции

Пример задания для оценивания компетенций ОПК-1 в виде знания (тестирование и список вопросов для устных и письменных вопросов, указанных выше)

### **Знание абстрактных моделей.**

Понятия счетного множества, континуального множества. Примеры.

### **Умение решать системы уравнений алгебры множеств**

Решить систему из 2 уравнений алгебры множеств, найти необходимые и достаточные условия совместности, найти общее решение системы, найти число решений и сделать проверку.

### **Владение абстрактными понятиями теории множеств**

Владеть понятиями множества конечного, бесконечного, счетного, континуального.

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

а) основная литература:

1. **Редькин Н. П.** - Дискретная математика: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика. Приклад. математика", 011000 "Механика. Приклад. математика". - М.: Физматлит, 2009. - 264 с. (17 экз.)
2. **Яблонский С. В.** - Введение в дискретную математику: [учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - М.: Наука, 1979. - 272 с. (124 экз.)

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и 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 **09.03.03 «Прикладная информатика».**

Автор профессор Прилуцкий М.Х.

Рецензент профессор Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой М.Х.Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

31.05.2023 г. протокол №7