

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

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Инженерия программного обеспечения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.07 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-1.2: Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	УК-1.2: Уметь применять методы и алгоритмы дискретной математики для анализа и моделирования различных дискретных систем.	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Зачёт: Тест
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и основную терминологию ОПК-1.2: Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает основные понятия и формулировки основных теорем теории множеств, комбинаторики, теории графов, теории логических функций, теории автоматов, теории кодирования. ОПК-1.2: Умеет решать типовые комбинаторные задачи, задачи анализа графов, логических функций, задачи построения кодов и схем из функциональных элементов. ОПК-1.3: Владеет основными методами подсчета, алгоритмами распознавания свойств графов и логических функций, построения кодов.	Контрольная работа	Экзамен: Задачи Зачёт: Задачи

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	8
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	3
самостоятельная работа	121
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, 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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Теория множеств: основные понятия, операции над множествами	16	4	4	8	8
Бинарные и функциональные отношения	21	6	6	12	9
Комбинаторика	48	12	12	24	24
Введение в теорию графов	40	10	10	20	20
Логические функции	30	8	8	16	14
Замкнутые классы и полные системы логических функций	32	8	8	16	16
Схемы из функциональных элементов	16	4	4	8	8
Введение в конечные автоматы	16	4	4	8	8
Элементы теории кодирования	30	8	8	16	14
Аттестация	36				
КСР	3				3
Итого	288	64	64	131	121

Содержание разделов и тем дисциплины

Семестр 1

Теория множеств: основные понятия, операции над множествами

Операции над множествами, их свойства. Диаграммы Венна. Множество всех подмножеств конечного множества. Прямое (декартово) произведение множеств. Решение уравнений и систем уравнений в алгебре множеств.

Бинарные и функциональные отношения

Свойства бинарных отношений. Отношение эквивалентности, теорема о факторизации. Отношение порядка, максимальный и минимальный, наибольший и наименьший элементы упорядоченного множества. Линейный и частичный, лексикографический порядки. Диаграмма Хассе. Функциональные отношения, инъекция, сюръекция, биекция.

Комбинаторика

Правила равенства, суммы и произведения, принцип последовательного выбора. Перестановки. Размещения и сочетания с повторениями и без повторений. Бином Ньютона и треугольник Паскаля. Упорядоченные разбиения с заданной спецификацией. Полиномиальная теорема. Принцип включения-исключения. Неупорядоченные разбиения, числа Стирлинга и Белла. Линейные рекуррентные уравнения. Элементарное введение в теорию вероятностей и применение комбинаторики к решению простейших задач подсчета вероятностей.

Введение в теорию графов

Способы задания графов. Изоморфизм, инварианты. Виды маршрутов. Связность, компоненты связности, шарниры, перешейки. Метрические характеристики графов, вычисление расстояний методом поиска в ширину. Эйлеровы и гамильтоновы циклы, критерий эйлеровости графа, алгоритм Флери построения эйлерова цикла. Деревья, их свойства. Теорема о центральных вершинах дерева. Код Прюфера. Формула Кэли для числа деревьев. Двудольные графы. Планарные графы. Грани, формула Эйлера и ее следствия. Критерии планарности Понтрягина-Куратовского и Вагнера. Книжная укладка графа в трехмерном пространстве.

Семестр 2

Логические функции

Понятие логической функции. Табличное задание, число функций. Операции конъюнкции, дизъюнкции, отрицания, их логическая интерпретация. Основные законы булевой алгебры, связь с алгеброй множеств. Двойственность. Методы построения нормальных форм и полиномов, теоремы о единственности совершенной дизъюнктивной нормальной формы и полинома Жегалкина. Понятие суперпозиции.

Замкнутые классы и полные системы логических функций

Замыкание и замкнутый класс. Полная система функций. Важнейшие замкнутые классы, теорема Поста о полноте. Понятия предполного класса и базиса, следствия из теоремы Поста о числе предполных классов и мощностях базисов.

Схемы из функциональных элементов

Понятие схемы из функциональных элементов (СФЭ), простейшие методы синтеза СФЭ для логических функций, оценки Шеннона для сложности схем. Двоичный сумматор.

Введение в конечные автоматы

Понятия конечного автомата, основные способы задания. Элемент единичной задержки.

Элементы теории кодирования

Алфавитное кодирование. Свободные и префиксные коды. Неравенство Мак-Миллана – необходимое условие взаимной однозначности кода. Алгоритм Шеннона построения префиксного кода по спектру длин элементарных кодов. Задача оптимального кодирования, алгоритм Хаффмана построения оптимального префиксного кода. Помехоустойчивое кодирование. Коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки. Границы Хэмминга. Алгоритм построения кода Хэмминга, исправляющего одну ошибку.

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. Образец контрольной работы по алгебре множеств

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 $A = \{x \mid x \leq 4\}$, $B = \{2, 4, 5, 6\}$, $C = \{1, 3, 5, 6\}$, $D = \{x \mid x - \text{простое}\}$, $E = \{1, 2, 6, 7\}$.

Найдите множества: $A \otimes B \bar{D} E$; $C \bar{A} \times (E - D)$; $2^{A \cap C} - 2^{\bar{E}}$; $(C - A)^{B \cap D}$.

3. Упростить систему условий:

$$\begin{cases} A \subseteq \bar{B} \otimes \bar{C}; \\ AD \subseteq B \otimes \bar{C}; \\ AB \subseteq C \cup D; \\ AC \subseteq C (B \cup D). \end{cases}$$

4. Равносильны ли системы условий:

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

2 семестр. Образец контрольной работы по теории кодирования

1. Постройте оптимальное двоичное кодирование для алфавита $A = \{a_1, a_2, \dots, a_8\}$ с набором частот $P = (0.14, 0.15, 0.36, 0.07, 0.08, 0.1, 0.04, 0.06)$.
2. Выяснить, является ли код $V = \{12, 20, 102, 1210, 21220\}$ взаимнооднозначным. Существует ли спектрально эквивалентный ему двоичный префиксный код?
3. Восстановить исходное сообщение $\beta = 10111011011101$.
4. Задана проверочная матрица

$$H(V) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Найти порождающую матрицу для линейного кода.

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

1 семестр. Образец контрольной работы по комбинаторике

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. Образец контрольной работы по логическим функциям

Вариант № 1

1. Верно ли тождество $(x_1 x_2 \vee x_1 x_3 \vee x_2 x_3) \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 = \overline{x_1 x_2 x_3} \vee x_1 \vee x_2 \vee x_3$.
2. Найдите и удалите фиктивные переменные у функции, заданной вектором значений $\tilde{f} = 0111100101111001$. Для функции, полученной после удаления фиктивных переменных, постройте СДНФ, полином Жегалкина.
3. Выясните, полна ли система функций $\{(x_1 \rightarrow x_2) \rightarrow x_3, \overline{x_1 \oplus x_2 \oplus x_3}\}$.
4. Сколько функций от переменных x_1, x_2, \dots, x_n содержит множество $S \cup (T_0 - T_1)$?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Приведено полное решение задач. Представлены необходимые теоретические обоснования, приводящие к правильному решению. Контрольная работа выполнена в срок и представлена преподавателю.
не зачтено	Решены не все задачи или хотя бы в одной из задач допущены ошибки, и (или) контрольная работа не выполнена в срок, и (или) не представлена преподавателю.

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.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы навыки	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	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. Понятие множества, основные способы задания множеств. Теоретико-множественные операции над множествами.
2. Основные тождества алгебры множеств.
3. Решение уравнений в алгебре множеств.
4. Решение систем уравнений в алгебре множеств.
5. Множество всех подмножеств множества. Теорема о числе подмножеств конечного множества.
6. Прямое (декартово) произведение множеств. Теорема о мощности прямого произведения.
7. Бинарные отношения. Способы задания бинарных отношений.

8. Важнейшие свойства бинарных отношений.
9. Отношения эквивалентности. Примеры. Разбиение множества на классы эквивалентности.
10. Отношения порядка. Примеры. Диаграмма Хассе. Наибольший (наименьший) элемент. Максимальный (минимальный) элемент.
11. Линейные рекуррентные соотношения. Примеры.
12. Основные правила комбинаторики.
13. Сочетания, размещения, перестановки без повторений. Их число.
14. Разбиение множества. Число всех разбиений на k непересекающихся подмножеств заданной мощности.
15. Сочетания, размещения, перестановки с повторениями. Их число.
16. Мощность объединения множеств. Формула включений и исключений.
17. Бином Ньютона. Следствия. Свойства биномиальных коэффициентов.
18. Определение графа. Способы задания графов. Лемма о сумме степеней всех вершин графа.
19. Изоморфизм графов. Основные инварианты изоморфизма.
20. Пути, циклы. Лемма о существовании простого пути (цикла) в графе.
21. Эйлеровы графы. Критерий эйлеровости графа.
22. Деревья. Свойства деревьев. Код Прюфера.
23. Метрические характеристики связного графа.
24. Плоские графы, планарные графы. Теорема Эйлера о связи числа вершин, ребер и граней плоского графа. Следствия теоремы.
25. Критерий Понтрягина-Куратовского (без доказательства).
26. Функции алгебры логики. Число функций алгебры логики. Способы задания булевой функции.
27. Существенные и фиктивные переменные. Исключение фиктивной переменной.
28. Элементарные функции алгебры логики. Формулы.
29. Эквивалентные формулы. Основные тождества функций алгебры логики.
30. Двойственные функции в алгебре логики. Теорема о двойственности. Принцип двойственности.
31. Разложение булевой функции по переменным. СДНФ, СКНФ, ДНФ, КНФ.
32. Полином Жегалкина. Способы нахождения полинома. Теорема существования и единственности полинома Жегалкина.
33. Замкнутые классы функций. Примеры замкнутых классов.
34. Классы функций, сохраняющих константы: T_0 и T_1 .
35. Класс самодвойственных функций. Лемма о неса-модвойственной функции.
36. Класс монотонных функций. Лемма о немонотонной функции.
37. Класс линейных функций. Лемма о нелинейной функции.
38. Полнота системы булевых функций. Примеры полных систем.

39. Теорема Поста о полноте системы функций алгебры логики.

40. Понятие базиса в алгебре логики. Теорема о максимальном числе функций в базисе.

41. Предполные классы. Теорема о предполных классах.

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, без ошибок.
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 ошибки.
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 - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1

Вариант № 1	Вариант № 2
1. Определить $\overline{A \otimes B}$, если $U = \{1,2,3,4,5,6\}$, $A - B = \{1,6\}$, $B - A = \{3\}$. Ответ: 1) $\{1,3,6\}$ 2) $\{1,2,6\}$ 3) $\{2,4,5\}$ (+)	1. Определить $\overline{A \otimes B}$, если $U = \{1,2,3,4,5,6\}$, $A \cup B = \{1,2,3,6\}$, $B \cap A = \{3\}$. Ответ: 1) $\{1,3,6\}$ 2) $\{1,2,6\}$ 3) $\{3,4,5\}$ (+)
2. Упростить выражение: $A\overline{B}C \cup \overline{B}$. Ответ: 1) \overline{B} (+) 2) AC 3) $A\overline{B}C$	2. Упростить выражение: $A\overline{B}C \cup B$ Ответ: 1) B 2) $AC \cup B$ (+) 3) $A\overline{B}C$
3. Верно ли утверждение: $(A \otimes \emptyset) \cup \overline{B} = A - B$? Ответ: 1) да 2) нет (+)	3. Верно ли утверждение: $(A \otimes \emptyset) - (\overline{B} \otimes U) = A - B$? Ответ: 1) да (+) 2) нет
4. Сколько подмножеств у множества $A = \{a, b, \emptyset, \{\emptyset\}\}$? Ответ: 1) 4 2) 16 (+) 3) 8 4) 12	4. Сколько подмножеств у множества $A = \{a, \emptyset, \{\emptyset\}\}$? Ответ: 1) 4 2) 2 3) 8 (+) 4) 7
5. Транзитивно ли бинарное отношение $aRb \Leftrightarrow a - b = 2$, заданное на множестве $A = \{1,2,3,4,5\}$? Ответ: 1) да 2) нет(+)	5. Транзитивно ли бинарное отношение $aRb \Leftrightarrow a$ делится на b нацело, заданное на множестве $A = \{1,2,3,4,5\}$? Ответ: 1) да (+) 2) нет
6. Задан код Прюфера $p(T) = (3,1,7,6,3,1,7)$. Найти множество вершин, смежных с вершиной 1. Ответ: 1) $\{2,3,6\}$ 2) $\{3,4,9\}$ 3) $\{3,4,7\}$ (+)	6. Задан код Прюфера $p(T) = (1,3,3,7,5,1,7)$. Найти множество вершин, смежных с вершиной 1. Ответ: 1) $\{2,5,9\}$ 2) $\{2,5,7\}$ (+) 3) $\{2,6,7\}$
7. Верна ли формула: $A_n^m = C_n^m \cdot n!$? Ответ: 1) да 2) нет(+)	7. Верна ли формула: $A_n^n = n \cdot A_{n-1}^{n-1}$? Ответ: 1) да (+) 2) нет
8. Верно ли, что всякий граф, содержащий восемь ребер, является планарным? Ответ: 1) да (+) 2) нет	8. Верно ли, что всякий граф, содержащий n вершин и $n + 2$ ребер, при любом n является планарным? Ответ: 1) да 2) нет(+)

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Тестовые задания выполнены с итоговым результатом не менее 50 баллов.
не зачтено	Тестовые задания выполнены с итоговым результатом менее 50 баллов, либо тест не был выполнен совсем.

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

Логическая функция $f(x, y, z)$ задана вектором значений $\alpha_f = (01101001)$.
 Логическая функция $g(x, y, z)$ задана формулой $g(x, y, z) = xyz(x \oplus y \oplus xz \oplus yz)$.

1. Постройте СДНФ функции $f(x, y, z)$
2. Постройте полином Жегалкина функции $f(x, y, z)$
3. Найдите фиктивные переменные функции $g(x, y, z)$
4. Является ли система функций $\{f, g\}$ полной? Является ли она базисом?
5. В зависимости от ответа на предыдущее задание:
 - Если система функций $\{f, g\}$ полна: выразите функции xy , \bar{x} как суперпозиции функций f, g .
 - Если система функций $\{f, g\}$ не полна: достройте систему до базиса или докажите, что это невозможно.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продemonстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

1. Сколько имеется вариантов выбора трех призеров среди n участников конкурса
 - а) с указанием занимаемых ими мест?
 - б) без указания мест?
2. Имеется n_1 разных книг одного автора, n_2 – второго и n_3 – третьего. Каким числом способов можно выбрать
 - а) две книги одного автора?

б) три книги одного автора?

в) одну книгу первого автора, две – второго и три – третьего?

3. На плоскости расположены n точек, никакие три из которых не лежат на одной прямой. Сколько существует треугольников с вершинами в данных точках?

4. На одной из двух параллельных прямых зафиксировано n точек, а на другой - m точек. Сколько имеется а) треугольников; б) четырехугольников с вершинами в данных точках?

5. Каким числом способов можно разделить 10 юношей на две баскетбольные команды по 5 человек в каждой?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы основные умения при решении типовых задач. Все задачи были решены верны, либо некоторые задачи были решены с незначительными ошибками.
не зачтено	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.

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"]. - М. : Наука, 1979. - 272 с. : ил. - 0.85., 104 экз.
3. Редькин Н. П. Дискретная математика / Редькин Н. П. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 264 с. - Рекомендовано УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 010100 «Математика», 010200 «Математика. Прикладная математика», 011000 «Механика. Прикладная математика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-1093-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665776&idb=0>.
4. Алексеев Владимир Евгеньевич. Сборник задач по дискретной математике : электронное учебно-методическое пособие / Алексеев В. Е., Киселева Л. Г., Смирнова Т. Г. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - 80 с. - 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=729703&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 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Смирнова Татьяна Геннадьевна, кандидат физико-математических наук, доцент.

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

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