

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

Специалитет

Направление подготовки / специальность

01.05.01 - Фундаментальные математика и механика

Направленность образовательной программы

Фундаментальная механика и приложения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.14 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
ОПК-1: Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	ОПК-1.1: Знает основы фундаментальных физико-математических дисциплин и других естественных наук. ОПК-1.2: Умеет формулировать, анализировать и решать профессиональные задачи с применением фундаментальных знаний математики, физики и других естественных наук. ОПК-1.3: Имеет практический опыт постановки и решения актуальных задач математики и механики.	ОПК-1.1: Знать основные понятия и важнейшие факты из комбинаторики, теории графов, булевой алгебры. ОПК-1.2: Уметь решать типовые комбинаторные задачи, простейшие задачи теории множеств и анализа графов. Уметь выполнять преобразования между различными формами представления дискретных объектов. ОПК-1.3: Владеть навыками построения доказательств и проверки корректности рассуждений.	Контрольная работа	Экзамен: Задачи 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	16

- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	22
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

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
Множества	11	2	5	7	4
Отношения	11	2	5	7	4
Комбинаторика	22	6	10	16	6
Графы	16	4	8	12	4
Логические функции	10	2	4	6	4
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	16	32	50	22

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Множества. Понятие множества. Конечные и бесконечные множества. Мощность конечного множества. Подмножество. Число подмножеств конечного множества. Характеристический вектор. Объединение, пересечение, разность, дополнение, симметрическая разность множеств. Основные тождества в алгебре множеств. Диаграмма Венна. Декартово произведение множеств. Мультимножества.

2. Отношения. Бинарное отношение на множестве. Граф отношения. Свойства отношений. Отношение эквивалентности. Пример: сравнимость по модулю. Разбиение множества. Теорема о факторизации. Классы эквивалентности. Отношение порядка. Линейный и частичный порядок. Диаграмма Хассе. Отношения между множествами. Функциональные отношения. Инъекции, сюръекции, биекции. Многочесные отношения. Мощность бесконечного множества. Количественное сравнение бесконечных множеств. Счетные и несчетные множества. Счётность множества рациональных чисел и несчетность множества действительных. Континуум. Теорема Кантора.

3. Комбинаторика. Правила равенства, суммы и произведения. Упорядоченные и неупорядоченные

наборы с повторениями и без повторений. Слова. Лексикографический порядок. Перестановки. Правило последовательного выбора. Размещения. Сочетания, Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Упорядоченные разбиения. Полиномиальная теорема. Сочетания с повторениями. Формула включений-исключений. Неупорядоченные разбиения. Число функций различных типов. Применение комбинаторики к расчету вероятностей. Линейные рекуррентные уравнения первого и второго порядка. Примеры: Ханойские башни и числа Фибоначчи.

4. Графы. Понятие графа, типы графов. Смежность, инцидентность, степени. Способы задания графов. Число графов. Специальные графы. Подграф. Операции над графами. Изоморфизм. Инварианты. Пути, циклы, связность. Расстояния и метрические характеристики. Эйлеровы циклы и пути. Деревья, основные свойства. Теорема о центре дерева. Код Прюфера. Число деревьев. Каркас графа. Теорема Кирхгофа (без доказательства). Двудольные графы. Теорема Кенига. Планарные графы. Формула Эйлера. Критерии планарности Понтрягина-Куратовского и Вагнера (без доказательств).

5. Логические функции. Алгебра логики. Табличное представление булевых функций, число функций. Существенные и фиктивные переменные. Эквивалентность функций. Элементарные функции. Формулы. Булевы формулы. Основные тождества. Нормальные формы.

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" (<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 ОПК-1:

Контрольная работа 1 для оценки компетенции «ОПК-1»

Вариант 1.

Задача 1. Задано универсальное множество $\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества

$A = \{x | x \leq 4\}, B = \{2,4,5,6\}, C = \{1,3,5,6\}, D = \{1,2,6,7\}$. Найдите множества:

$A \otimes B \bar{C} D; \quad C \bar{A} \times (D - B); \quad 2^{AC} - 2^{\bar{D}}.$

Задача 2. Преобразуйте данную формулу в эквивалентную ей, содержащую только операции объединения, пересечения и дополнения и не содержащую скобок: $(B - (C - A)) \otimes \bar{C}.$

Задача 3. Выяснить, равносильны ли системы условий:

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

Задача 4. Дано отношение R на множестве A . Определите, является ли оно отношением эквивалентности или порядка. Для отношения эквивалентности найдите классы эквивалентности, для отношения порядка – минимальные и максимальные элементы.

$xRy \Leftrightarrow x|2y;$

а) $A = \{2,5,6,8,9,15\};$ б) $A = \{3,4,5,9,12,18\};$ в) $A = \{1,4,6,9,10\}.$

Задача 5. Сколькими способами можно переставить буквы слова «здание», чтобы гласные шли в алфавитном порядке.

Контрольная работа 2 для оценки компетенции «ОПК-1»

Вариант 1

Задача 1. Дано множество U из 7 элементов. Каким числом способов в нем можно выбрать три подмножества A, B, C так, чтобы выполнялись условия $|A - B| = 1, \quad |(A \cap B) \cup C| = 2.$

Задача 2. Найдите число слов длины 9 в алфавите $\{a, b, c, d\}$, в которые буква a входит 5 раз, а буква b 1 раз.

Задача 3. Решите рекуррентное уравнение $a_{n+2} = 6a_{n+1} - 8a_n$ с начальными условиями $a_0 = -2; a_1 = 4.$

Контрольная работа 3 для оценки компетенции «ОПК-1»

Вариант 1

Задача 1. Докажите тождество $(x_1 x_2 \vee x_1 x_3 \vee x_2 x_3) \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 = \overline{x_1 x_2 x_3} (x_1 \vee x_2 \vee x_3).$

Задача 2. Найдите и удалите фиктивные переменные у функции, заданной вектором значений $\bar{f} = 0111100101111001.$ Для функции, полученной после удаления фиктивных переменных, постройте СДНФ.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Приведены правильные решения большинства задач без существенных ошибок
не зачтено	Задачи не решены или в решении большинства задач допущены грубые ошибки

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
	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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Дан универс $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ и его подмножества $A = \{x: 2 < x \leq 6\}$, $B = \{x: x \text{ чётно}\}$, $C = \{x: x \geq 4\}$, $D = \{1, 2, 4\}$. Найдите множества $A \cup B$, CD , $B \otimes C$, $(A - B) \cup (C - D)$, $\overline{A \cup B \cup C}$, $2^A \cap 2^B$, $2^D - 2^B$.

2. Найдите $|2^{A \otimes B} - 2^B|$, если известно, что $|A - B| = 5$, $|B| = 6$, $|AB| = 4$.

3. Какие из следующих равенств верны для любых множеств A и B ?

$$2^A \cap 2^B = 2^{A \cap B}; \quad 2^A \cup 2^B = 2^{A \cup B}; \quad 2^A - 2^B = 2^{A - B};$$

$$2^A - 2^B = 2^A - 2^{A \cap B}; \quad 2^A \otimes 2^B = 2^{A \otimes B}.$$

4. Даны множества $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $B = \{a, b, c\}$, $C = \{4, 5, 6\}$, $D = \{b, c, d\}$.

Найдите $|(A \times B) - (C \times D)|$.

5. Найдите число отношений порядка на множестве $\{a, b, c, d\}$, имеющих наибольший и наименьший элементы.

6. Выясните, какие из следующих отношений на множестве $\{0, 1, \dots, 9\}$ являются отношениями эквивалентности. Найдите классы эквивалентности.

$$R_1: aR_1b \leftrightarrow a \equiv b \pmod{3}$$

$$R_2: aR_2b \leftrightarrow a^2 \equiv b^2 \pmod{10}$$

$$R_3: aR_3b \leftrightarrow ab \equiv 0 \pmod{2}$$

$$R_4: aR_4b \leftrightarrow |2^a - 2^b| < 16$$

$$R_5: aR_5b \leftrightarrow |2^a - 2^b| \leq 16$$

7. Какие из следующих отношений на \mathbb{Z} являются отношениями порядка?

$$R_1: xR_1y \leftrightarrow x \leq y$$

$$R_2: xR_2y \leftrightarrow x \geq y$$

$$R_3: xR_3y \leftrightarrow x < y$$

$$R_4: xR_4y \leftrightarrow x^2 \leq y^2$$

$$R_5: xR_5y \leftrightarrow x = y$$

8. Постройте диаграмму Хассе отношения делимости на множестве чисел

$\{2, 3, 4, 6, 8, 9, 16, 18, 24, 36, 54\}$

9. Выясните какие из следующих функций $f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$ инъективны, сюръективны или биективны:

$$f(x) = x^2; \quad f(x) = x^3; \quad f(x) = x - 3; \quad f(x) = \left\lfloor \frac{x}{2} \right\rfloor; \quad 5) \quad f(x) = \begin{cases} x + 1, & \text{если } x \text{ чётно,} \\ x - 1, & \text{если } x \text{ нечётно} \end{cases}$$

10. Сколько матриц с n столбцами и m попарно различными строками можно составить из элементов 0 и 1.

11. Найдите число слов длины 7 в алфавите $\{a, b, c, d, e\}$, в которые буква a входит 2 раза, а буква b 3 раза.

12. Сколькими способами можно переставить буквы слова а) «периметр», чтобы «е» шла непосредственно после «р»? б) «поговорка», чтобы согласные шли в алфавитном порядке? в) «профессор», чтобы не менялся порядок гласных букв?

13. Найдите решение рекуррентного уравнения при данных начальных значениях.

$$1) \quad x_n = 3x_{n-1} - 2, \quad x_0 = 3;$$

$$2) \quad x_n = 2x_{n-1} + 15x_{n-2}, \quad x_0 = 3, \quad x_1 = 7;$$

$$3) \quad x_n = 3x_{n-1} + 4x_{n-2}, \quad x_0 = 0, \quad x_1 = 1;$$

14. Вершины графа соответствуют граням трехмерного куба. Две вершины смежны, если соответствующие грани имеют общее ребро. Нарисуйте этот граф, постройте для него матрицу смежности

15. Восстановите дерево по коду Прюфера (5,3,7,7,1,8,5).

16. По описанию булевой функции $f(x_1, x_2, x_3)$ постройте ее таблицу:

1) $f(x_1, x_2, x_3) = 1 \Leftrightarrow x_1 + x_2 = x_3$;

2) $f(x_1, x_2, x_3) = 1 \Leftrightarrow x_1 + x_2 + x_3 \equiv 1 \pmod{2}$;

3) $f(x_1, x_2, x_3) = 1 \Leftrightarrow x_1 = x_2$ или $x_1 = x_3$;

4) $f(x_1, x_2, x_3) = 1 \Leftrightarrow x_1 \leq x_2$ и $x_1 \leq x_3$.

17. Преобразуйте данную формулу в ДНФ:

1) $x_1 \rightarrow (x_2 | x_3)$; 2) $(x_1 \sim x_2) \rightarrow (x_2 \sim x_3)$;

3) $(x_1 \downarrow x_2) | (x_1 \oplus x_3)$; 4) $(x_1 \oplus x_2) \rightarrow \bar{x}_3$;

5) $(x_1 \downarrow x_2 x_3) \sim (x_1 | x_2)$; 6) $(x_1 \sim x_2) \oplus (x_1 \downarrow x_3)$.

18. Постройте СДНФ, СКНФ для функции, заданной формулой,

$(x_1 \rightarrow x_2)x_3 \vee x_2$.

19. Преобразуйте данную формулу в СДНФ:

1) $x_1 x_2 \vee x_1 \bar{x}_3$; 2) $\overline{(x_1 \vee x_2 x_3)} \vee x_2$;

20. Постройте для данной функции СДНФ:

1) $\tilde{f} = 00011001$; 2) $\tilde{f} = 01000100$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочётов.
отлично	Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочётами. Выполнены все задания в полном объеме.
очень хорошо	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочётами.
хорошо	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочётами
удовлетворительно	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных умений решения задач. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Алгебра множеств. Прямое произведение множеств. Число подмножеств конечного множества.
2. Отношение эквивалентности. Теорема о факторизации.
3. Отношение порядка. Теорема о конечных упорядоченных множествах. Диаграмма Хассе. Лексикографический порядок.
4. Функциональные отношения. Число инъекций, биекций и сюръекций для конечных множеств.
5. Счетные и несчетные множества. Теорема Кантора.
6. Перестановки, размещения, сочетания.
7. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Полиномиальная теорема.
8. Сочетания с повторениями (мультимножества).
9. Формула включений-исключений.
10. Число упорядоченных и неупорядоченных разбиений конечного множества.
11. Линейные рекуррентные уравнения первого и второго порядка.
12. Понятие графа. Число графов. Изоморфизм. Инварианты.
13. Пути и циклы в графах. Связность. Теоремы о существовании цикла и о числе ребер в связном графе.
14. Расстояния в графах. Метрические характеристики графов. Теорема о диаметре и радиусе.
15. Деревья, их свойства. Код Прюфера и формула Кэли для числа деревьев.
16. Двудольные графы. Теорема Кёнига.
17. Планарные графы. Формула Эйлера. Критерии планарности.
18. Логические функции. Число функций. Существенные и фиктивные переменные. Элементарные функции.
19. Нормальные формы логических формул.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Свободное владение основным и дополнительным материалом
отлично	Свободное владение основным материалом с незначительными погрешностями.
очень хорошо	Достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями.
хорошо	Владение основным материалом с заметными погрешностями.
удовлетворительно	Знание важнейших определений и формулировок.
неудовлетворительно	Владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка.

Оценка	Критерии оценивания
плохо	Отсутствие владения материалом.

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. Алексеев Владимир Евгеньевич. Сборник задач по дискретной математике : задачник для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 010300 "Фундам. информатика и информ. технологии", 010400 "Приклад. математика и информатика" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2012 (Тип. ННГУ). - 80 с. - 26.00., 50 экз.

Дополнительная 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. 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>.
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>.

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 специальности 01.05.01 -
Фундаментальные математика и механика.

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

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

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