

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**

**Передовая инженерная школа**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
30.11.2022 г. №13

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Математические основы информатики**

*(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)*

Нижегород

2023

## 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.10 Математические основы информатики 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**	
<i>ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности</i>	<i>ОПК-2.1. Демонстрирует знание принципов работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства</i>	<u><i>ЗНАТЬ абстрактные модели, основы анализа и синтеза</i></u>	<i>собеседование</i>
	<i>ОПК-2.2. Демонстрирует умение применять современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.</i>	<u><i>УМЕТЬ решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным в области линейных непрерывных и дискретных оптимизационных проблем с использованием методов линейной и дискретной оптимизации.</i></u> <u><i>Решать задачи линейного программирования, канонические задачи дискретной оптимизации (задачи о ранце, задачи о назначениях, задачи коммивояжера), конечных и бесконечных множеств.</i></u> <u><i>доказывать ранее изученные математические утверждения; проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;</i></u>	<i>Собеседование Контрольная работа</i>
	<i>ОПК-2.3. Демонстрирует наличие практического опыта решения задач</i>	<u><i>ВЛАДЕТЬ различными методами и способами решения задач линейного программирования, оптимизационных задач на</i></u>	<i>Собеседование</i>

	<i>профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства.</i>	<i>графовых структурах.</i>	
--	--	-----------------------------	--

### 3 Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>8 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>288</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>101</b>
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа	<b>32</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>5</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>115</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>72</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 СРС
<b>Линейные оптимизационные модели</b> Понятие оптимизационных задач. Примеры формальных постановок оптимизационных задач. Общая постановка задачи математического программирования. Задачи линейного программирования. Эквивалентные формы записи задач линейного программирования Геометрический смысл задач линейного программирования. Графическое решение задач линейного программирования. Теорема о	69	22	15		37	30

<p>выпуклости множества допустимых решений задачи линейного программирования. Теорема о выпуклости множества оптимальных решений задач линейного программирования. Симплекс метод решения задач линейного программирования. Искусственное начальное решение в задаче линейного программирования. Особые случаи применения симплекс-метода. Двойственность. Двойственные задачи линейного программирования для различных форм. Теорема о соотношениях линейных форм. Теорема о равенстве линейных форм. Теорема о взаимодвойственности систем линейных однородных алгебраических уравнений. Основная теорема двойственности. Следствие из основной теоремы двойственности о связи оптимальных решений прямой и двойственной задач линейного программирования. Теорема равновесия. Теорема о дополняющей нежесткости. Интерпретация двойственных оценок. Двойственный симплекс-метод. Обобщенный симплекс метод</p>						
<p><b>Экстремальные задачи переборного типа</b>  Задачи целочисленного булева программирования. Каноническая и многомерная задачи о ранце и их интерпретации. Задача коммивояжера и ее интерпретации. Задачи о назначениях и их интерпретации. Метод ветвей и границ. Общая схема метода ветвей и границ. Решение канонической задачи о ранце методом ветвей и границ. Теорема Данцига об оптимальном решении непрерывной задачи о ранце. Решение многомерной задачи о ранце методом ветвей и границ. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ. Решение задачи целочисленного линейного программирования методом ветвей и границ. Решение задачи о ранце с использованием табличной схемы. Решение задачи о ранце с использованием рекуррентных соотношений динамического программирования. Решение задачи коммивояжера с использованием рекуррентных соотношений динамического программирования. Задача о назначениях. Канонический вид. Простейшая задача о назначениях. Алгоритм Куна решения задачи о назначениях.</p>	55	10	5		15	40
<p><b>Введение в теорию графов</b>  Понятие простого и ориентированного графа. Подграфы. Операции над графами. N- мерный куб. Задание бинарных отношений графами. Теорема Эйлера о необходимых и достаточных условиях Эйлеровости графа. Алгоритм Флери (с обоснованием) построения в графе Эйлера цикла. Теорема Рейда "Почти нет Эйлеровых циклов". Гамильтоновы графы. Способы задания графов. Теорема Кенига о двудольности графа. Теорема о цикломатическом числе. Следствие о связи цикломатического числа с количеством различных циклов. Теорема о вариантах определения дерева. Алгоритмы определения остова минимального веса. Теорема Краскала. Кодирование деревьев. Код Прюфера. Восстановление дерева по коду Прюфера. Формула Кэли. Независимые множества. Построение</p>	74	30	13		43	30

<p>наибольшего независимого множества. Оценки числа независимости графа. Примеры использования независимых множеств. Теорема об оценке числа независимости графа. Внешне устойчивое множество. Прикладные задачи на доминируемость. Поиск наименьшего доминирующего множества. Вершинное покрытие графа. Связь покрытий с независимыми множествами. Клика. Паросочетания. Реберные покрытия графа. Независимость, доминируемость и покрытия. Общая схема. Зависимости характеристик. Планарность. Теорема Эйлера о планарности. Доказательство непланарности графа <math>K_5</math>. Доказательство непланарности графа <math>K_{3,3}</math>. Теорема Понтрягина-Куратовского (без доказательства). Примеры планарных и непланарных графов. Теорема об укладке графа в трехмерном пространстве. Вершинная и реберная раскраска графа. Алгоритм последовательной раскраски. Алгоритм укладки графа. Гиперграфы. Реализация гиперграфов. Теорема о реализации гиперграфа в виде дерева. Оптимизационные задачи на графах. Математическая модель построения максимального потока. Теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке в транспортной сети. Алгоритм Форда-Фалкерсона поиска максимального потока в транспортной сети. Решение простейшей задачи о назначениях алгоритмом Форда-Фалкерсона. 1-оптимальный алгоритм решения задачи коммивояжера. Максимумные и минимумные задачи выбора. Задачи теории расписаний. Задача о назначениях с индивидуальными предпочтениями. Расчет временных характеристик сетевых моделей</p>						
<p><b>Введение в теорию информации и кодирования</b>  Сообщения. Текстовая модель. Мера количества информации. Теорема Шеннона о величине энтропии. Энтропия сложных событий. Неравенство Мак-Миллана. Теорема о соотношениях между энтропией и коэффициентом сжатия. Алфавитное кодирование. Задача оптимального кодирования. Метод Шеннона-Фано. Метод Хаффмана. Методы повышения надежности передачи информации. Коды, исправляющие ошибки. Коды Хэмминга.</p>	51	10	3		13	15
<p>Промежуточная аттестация – <b>Экзамен+экзамен 72 час.</b></p>					5	

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): материалы 2 семестра <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9680>, материалы 3 семестра <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3369>

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

## Тематика самостоятельной работы

### Раздел **Линейные оптимизационные модели**

По содержательному описанию задачи о диете построить математическую модель в виде задачи линейного программирования в стандартной форме записи на максимум. Привести исходные данные для задачи с двумя переменными и четырьмя ограничениями. Графически решить задачу.

### Раздел **Экстремальные задачи переборного типа**

Построить математическую модель, формально поставить задачу о ранце. Привести исходные данные для случая 5 предметов. Решить задачу табличным способом, с использованием принципа оптимальности динамического программирования и методом ветвей и границ.

### Раздел **Введение в теорию графов**

Формально поставить задачу коммивояжера. Привести исходные данные для случая 6 городов с выполнением условий неравенства треугольника. Решить задачу 1-оптимальным алгоритмом с использованием алгоритмов Эйлера и Краскала.

### Раздел **Введение в теорию информации и кодирования**

Коды Хэминга исправляющие ошибки.

## 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.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			объеме.	недочетами.		объеме.	
<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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован 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
<b>Линейные оптимизационные модели, Экстремальные задачи переборного типа</b>	
1. Понятие оптимизационных задач. Примеры формальных постановок оптимизационных задач. Общая постановка задачи математического программирования.	ОПК-2
2. Задачи линейного программирования. Эквивалентные формы записи задач линейного программирования.	ОПК-2
3. Геометрический смысл задач линейного программирования. Графическое решение задач линейного программирования.	ОПК-2
4. Теорема о выпуклости множества допустимых решений задачи линейного программирования. Теорема о выпуклости множества оптимальных решений задач линейного программирования.	ОПК-2
5. Симплекс метод решения задач линейного программирования.	ОПК-2
6. Искусственное начальное решение в задаче линейного программирования. Особые случаи применения симплекс-метода.	ОПК-2
7. Двойственность. Двойственные задачи линейного программирования для различных форм.	ОПК-2
8. Теорема о соотношениях линейных форм.	ОПК-2
9. Теорема о равенстве линейных форм.	ОПК-2
10. Теорема о взаимодвойственности систем линейных однородных алгебраических уравнений.	ОПК-2
11. Основная теорема двойственности. Следствие из основной теоремы двойственности о связи оптимальных решений прямой и двойственной задач линейного программирования.	ОПК-2
12. Теорема равновесия. Теорема о дополняющей нежесткости.	ОПК-2
13. Интерпретация двойственных оценок.	ОПК-2
14. Двойственный симплекс-метод.	ОПК-2
15. Обобщенный симплекс метод.	ОПК-2
16. Задачи целочисленного булева программирования.	ОПК-2
17. Каноническая и многомерная задачи о ранце и их интерпретации. Задача коммивояжера и ее интерпретации. Задачи о назначениях и их интерпретации.	ОПК-2
18. Метод ветвей и границ. Общая схема метода ветвей и границ.	ОПК-2
19. Решение канонической задачи о ранце методом ветвей и границ. Теорема Данцига об оптимальном решении непрерывной задачи о ранце.	ОПК-2
20. Решение многомерной задачи о ранце методом ветвей и границ.	ОПК-2
21. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.	ОПК-2
22. Решение задачи целочисленного линейного программирования методом ветвей и границ.	ОПК-2
23. Решение задачи о ранце с использованием табличной схемы. Решение задачи о ранце с использованием рекуррентных соотношений	ОПК-2

динамического программирования.	
24. Решение задачи коммивояжера с использованием рекуррентных соотношений динамического программирования.	ОПК-2
25. Задача о назначениях. Канонический вид. Простейшая задача о назначениях. Алгоритм Куна решения задачи о назначениях.	ОПК-2
<b>Введение в теорию графов, Введение в теорию информации и кодирования</b>	
1. Графы. Ориентированные и неориентированные. Основные определения.	ОПК-2
2. Инварианты графов.	ОПК-2
3. О числе ориентированных и неориентированных графов.	ОПК-2
4. Подграфы. Операции над графами. N- мерный куб.	ОПК-2
5. Задание бинарных отношений графами.	ОПК-2
6. Теорема Эйлера о необходимых и достаточных условиях Эйлеровости графа.	ОПК-2
7. Алгоритм Флери (с обоснованием) построения в графе Эйлера цикла.	ОПК-2
8. Почти все графы. Теорема Рейда " Почти нет Эйлеровых циклов".	ОПК-2
9. Способы задания графов.	ОПК-2
10. Теорема Кенига о двудольности графа.	ОПК-2
11. Теоремы о цикломатическом числе.	ОПК-2
12. Деревья. Теорема о вариантах определения дерева.	ОПК-2
13. Теорема о построении остова графа.	ОПК-2
14. Алгоритмы определения остова минимального веса.	ОПК-2
15. 1-приближенный алгоритм решения задачи коммивояжера с неравенством треугольника.	ОПК-2
16. Теорема Краскала.	ОПК-2
17. Кодирование деревьев. Код Прюфера. Восстановление дерева по коду Прюфера.	ОПК-2
18. Формула Кэли. Доказательство.	ОПК-2
19. Независимые множества. Построение наибольшего независимого	ОПК-2
множества. Оценки числа независимости графа. Примеры использования независимых множеств.	ОПК-2
20. Теорема об оценке числа независимости графа.	ОПК-2
21. Внешне устойчивое множество. Прикладные задачи на доминированность. Поиск наименьшего доминирующего множества.	ОПК-2
22. Вершинное покрытие графа. Связь покрытий с независимыми множествами.	ОПК-2
23. Клика. Паросочетания. Реберные покрытия графа.	ОПК-2
24. Независимость, доминированность и покрытия. Общая схема. Зависимости характеристик.	ОПК-2
25. Планарность. Теорема Эйлера о планарности.	ОПК-2
26. Доказательство непланарности графа K 5.	ОПК-2

23. Доказательство непланарности графа $K_{3,3}$ .	ОПК-2
27. Теорема Понтрягина-Куратовского (без доказательства). Примеры планарных и непланарных графов. Теорема об укладке графа в трехмерном пространстве.	ОПК-2
28. Вершинная и реберная раскраска графа. Алгоритм последовательной раскраски.	ОПК-2
29. Алгоритм укладки графа.	ОПК-2
30. Математическая модель построения максимального потока.	ОПК-2
31. Теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке в транспортной сети.	ОПК-2
32. Алгоритм Форда-Фалкерсона поиска максимального потока в транспортной сети.	ОПК-2
33. Решение простейшей задачи о назначениях алгоритмом Форда-Фалкерсона.	ОПК-2
35. Максимальные задачи выбора.	ОПК-2
36. Минимальные задачи выбора.	ОПК-2
34. Задачи теории расписаний. Один обслуживающий прибор. Перестановочный прием. Теорема Кладова-Лифшица.	ОПК-2
37. Задачи теории расписаний. Несколько обслуживающих приборов. Задача Джонсона.	ОПК-2
38. Сведение общей задачи теории расписаний к задаче частично-целочисленного линейного программирования.	ОПК-2
39. Задача о назначениях с индивидуальными предпочтениями.	ОПК-2
40. Расчет временных характеристик сетевых моделей.	ОПК-2
41. Теорема Шеннона о количестве информации.	ОПК-2
42. Энтропия. Свойства энтропии.	ОПК-2
43. Алфавитное кодирование.	ОПК-2
44. Свободные коды. Неравенства Мак-Миллана.	ОПК-2
45. Оптимальное кодирование.	ОПК-2
46. Метод Шеннона-Фано	ОПК-2
47. Метод Хаффмана.	ОПК-2
48. Коды, исправляющие ошибки. Коды Хэмминга, обнаруживающие и исправляющие одну ошибку.	ОПК-2
49. Коды Хэмминга, исправляющие одну и обнаруживающие две ошибки.	ОПК-2

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

Пример задания для оценивания компетенций ОПК-2 в виде знания (тестирование и список вопросов для устных и письменных вопросов, указанных выше)

#### Знание абстрактных моделей.

Общие математические модели математического программирования – линейные и дискретные системы.

### **Умение решать задачи линейного и дискретного программирования**

Решить задачу линейного программирования, и по оптимальному решению прямой задачи найти оптимальное решение двойственной задачи..

### **Владеть методами решения задач линейного и дискретного программирования**

Владеть симплекс-методом, обобщенным симплекс-методом, двойственным симплекс-методом решения задач линейного программирования. Владеть методом ветвей и границ, использовать принцип оптимальности динамического программирования для решения задач дискретной оптимизации.

#### **5.2.3. Контрольная работа тему «Линейные оптимизационные модели»**

Задание дано в ФОС

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Математические основы информатики»**

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, 2006 (2009). - 264 с. (17 экземпляров)
2. Судоплатов С. В., Овчинникова Е. В. - Элементы дискретной математики: учеб. для вузов. - М. ; Новосибирск: Инфра-М : НГТУ, 2003. - 280 с. (30 экземпляров)
4. Лекции по теории графов: для студентов по специальностям "Математика" и "Прикладная математика"./Емеличев В. А., Мельников О. И., Сарванов В. И., Тышкевич Р. И. - М.: Наука, 1990. – 382 (13 экземпляров)

б) дополнительная литература

1. Акулич И. Л. - Математическое программирование в примерах и задачах: учеб. пособие для студентов экон. вузов. - М.: Высшая школа, 1986. - 319 с. (144 экземпляров)
2. Марков А. А. - Введение в теорию кодирования: [учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - М.: Наука, 1982. - 192 с (46 экземпляров).

### **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  
30.11.2022 г. №3**