

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

Математические основы информатики

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области принятия решений

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.10 Математические основы информатики 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-2: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1: Демонстрирует знание принципов работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства ОПК-2.2: Демонстрирует умение применять современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-2.3: Демонстрирует наличие практического опыта решения задач профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства.	ОПК-2.1: Знать абстрактные модели, основы анализа и синтеза ОПК-2.2: Уметь решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным в области линейных непрерывных и дискретных оптимизационных проблем с использованием методов линейной и дискретной оптимизации. Решать задачи линейного программирования, канонические задачи дискретной оптимизации (задачи о ранце, задачи о назначениях, задачи коммивояжера), конечных и бесконечных множеств. доказывать ранее изученные математические утверждения; проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним. ОПК-2.3: Владеть различными методами и способами решения задач линейного программирования,	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Практическая задача

		оптимизационных задач на графовых структурах.		
--	--	---	--	--

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)	32
- КСР	4
самостоятельная работа	116
Промежуточная аттестация	72 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
Линейные оптимизационные модели	60	18	12	30	30
Экстремальные задачи переборного типа	63	18	5	23	40
Введение в теорию графов	60	18	12	30	30
Введение в теорию информации и кодирования	29	10	3	13	16
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	288	64	32	100	116

Содержание разделов и тем дисциплины

Линейные оптимизационные модели

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

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

Экстремальные задачи переборного типа

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.

Введение в теорию графов

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 наибольшего

независимого множества. Оценки числа независимости графа. Примеры использования независимых

множеств. Теорема об оценке числа независимости графа. Внешне устойчивое множество. Прикладные

задачи на доминирование. Поиск наименьшего доминирующего множества. Вершинное покрытие

графа. Связь покрытий с независимыми множествами. Клика. Паросочетания. Реберные покрытия

графа. Независимость, доминирование и покрытия. Общая схема. Зависимости характеристик.

Планарность. Теорема Эйлера о планарности. Доказательство непланарности графа K5. Доказательство

непланарности графа K3,3. 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. Максимальные

и минимальные задачи выбора.

Введение в теорию информации и кодирования

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.

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 "Математические основы информатики"

(<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9680> <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3369>).

Иные учебно-методические материалы: 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).

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-2:

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

$$X_1 + 4X_2 \leq 4$$

$$-X_1 + 3X_2 \leq 14$$

$$-5X_1 + 4X_2 \leq 4 \quad (1)$$

X1 0, X2 0

$$F(x)=\max(6X_1+X_2)$$

2. Укажите, какие понятия относятся к вершинам графа

шарнир

перешеек

радиус

центр

3. Инцидентность – это отношение между

двумя вершинами

двумя ребрами

вершиной и ребром

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
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»
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. 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 отдельным и 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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Линейные оптимизационные модели, Экстремальные задачи переборного типа

1. Понятие оптимизационных задач. Примеры формальных постановок оптимизационных задач. Общая постановка задачи математического программирования.
2. Задачи линейного программирования. Эквивалентные формы записи задач линейного программирования.
3. Геометрический смысл задач линейного программирования. Графическое решение задач линейного программирования.
4. Теорема о выпуклости множества допустимых решений задачи линейного программирования. Теорема о выпуклости множества оптимальных решений задач линейного программирования.
5. Симплекс метод решения задач линейного программирования.
6. Искусственное начальное решение в задаче линейного программирования. Особые случаи применения симплекс-метода.
7. Двойственность. Двойственные задачи линейного программирования для различных форм.
8. Теорема о соотношениях линейных форм.
9. Теорема о равенстве линейных форм.
10. Теорема о взаимодвойственности систем линейных однородных алгебраических уравнений.

11. Основная теорема двойственности. Следствие из основной теоремы двойственности о связи оптимальных решений прямой и двойственной задач линейного программирования.
12. Теорема равновесия. Теорема о дополняющей нежесткости.
13. Интерпретация двойственных оценок.
14. Двойственный симплекс-метод.
15. Обобщенный симплекс метод.
16. Задачи целочисленного булева программирования.
17. Каноническая и многомерная задачи о ранце и их интерпретации. Задача коммивояжера и ее интерпретации. Задачи о назначениях и их интерпретации.
18. Метод ветвей и границ. Общая схема метода ветвей и границ.
19. Решение канонической задачи о ранце методом ветвей и границ. Теорема Данцига об оптимальном решении непрерывной задачи о ранце.
20. Решение многомерной задачи о ранце методом ветвей и границ.
21. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.
22. Решение задачи целочисленного линейного программирования методом ветвей и границ.
23. Решение задачи о ранце с использованием табличной схемы. Решение задачи о ранце с использованием рекуррентных соотношений динамического программирования.
24. Решение задачи коммивояжера с использованием рекуррентных соотношений динамического программирования.
25. Задача о назначениях. Канонический вид. Простейшая задача о назначениях. Алгоритм Куна решения задачи о назначениях.

Введение в теорию графов, Введение в теорию информации и кодирования

1. Графы. Ориентированные и неориентированные. Основные определения.
2. Инварианты графов.
3. О числе ориентированных и неориентированных графов.
4. Подграфы. Операции над графами. N- мерный куб.
5. Задание бинарных отношений графами.
6. Теорема Эйлера о необходимых и достаточных условиях Эйлеровости графа.
7. Алгоритм Флери (с обоснованием) построения в графе Эйлера цикла.
8. Почти все графы. Теорема Рейда " Почти нет Эйлеровых циклов".
9. Способы задания графов.
10. Теорема Кенига о двудольности графа.
11. Теоремы о цикломатическом числе.
12. Деревья. Теорема о вариантах определения дерева.
13. Теорема о построении остова графа.

14. Алгоритмы определения остова минимального веса.
15. 1-приближенный алгоритм решения задачи коммивояжера с неравенством треугольника.
16. Теорема Краскала.
17. Кодирование деревьев. Код Прюфера. Восстановление дерева по коду Прюфера.
18. Формула Кэли. Доказательство.
19. Независимые множества. Построение наибольшего независимого множества. Оценки числа независимости графа. Примеры использования независимых множеств.
20. Теорема об оценке числа независимости графа.
21. Внешне устойчивое множество. Прикладные задачи на доминированность. Поиск наименьшего доминирующего множества.
22. Вершинное покрытие графа. Связь покрытий с независимыми множествами.
23. Клика. Паросочетания. Реберные покрытия графа.
24. Независимость, доминированность и покрытия. Общая схема. Зависимости характеристик.
25. Планарность. Теорема Эйлера о планарности.
26. Доказательство непланарности графа K_5 .
23. Доказательство непланарности графа $K_{3,3}$.
27. Теорема Понтрягина-Куратовского (без доказательства). Примеры планарных и непланарных графов. Теорема об укладке графа в трехмерном пространстве.
28. Вершинная и реберная раскраска графа. Алгоритм последовательной раскраски.
29. Алгоритм укладки графа.
30. Математическая модель построения максимального потока.
31. Теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке в транспортной сети.
32. Алгоритм Форда-Фалкерсона поиска максимального потока в транспортной сети.
33. Решение простейшей задачи о назначениях алгоритмом Форда-Фалкерсона.
35. Максиминные задачи выбора.
36. Минимаксные задачи выбора.
37. Теорема Шеннона о количестве информации.
38. Энтропия. Свойства энтропии.
39. Алфавитное кодирование.
40. Свободные коды. Неравенства Мак-Миллана.
41. Оптимальное кодирование.
42. Метод Шеннона-Фано
43. Метод Хаффмана.

44. Коды, исправляющие ошибки. Коды Хэмминга, обнаруживающие и исправляющие одну ошибку.

45. Коды Хэмминга, исправляющие одну и обнаруживающие две ошибки.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Тема «Линейные оптимизационные модели»

Задача 1.

$$X_1 + 4X_2 \leq 4$$

$$-X_1 + 3X_2 \leq 14$$

$$-5X_1 + 4X_2 \leq 4$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$

$$F(x) = \max(6X_1 + X_2)$$

1. Построить двойственную задачу к Задаче 1.

2. Решить симплекс-методом Задачу 1 или двойственную к ней.
3. По оптимальному решению одной из задач найти оптимальное решение другой задачи.

Тема «Введение в теорию графов»

Восстановите дерево по коду Прюфера (5,5,4,7,1,1,1,3,9).

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическая задача)

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Редькин Н. П. Дискретная математика : курс лекций для студентов-механиков. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2006. - 96 с. - ISBN 5-8114-0522-7 : 35.01., 7 экз.
2. Судоплатов Сергей Владимирович. Элементы дискретной математики : учеб. для вузов / Новосиб. гос. техн. ун-т. - М. ; Новосибирск : ИНФРА-М : НГТУ, 2002. - 280 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-16-000957-4. - ISBN 5-7782-0332-2 : 72.00., 5 экз.
3. Лекции по теории графов : для студентов по специальностям "Математика" и "Прикладная математика". - М. : Наука, 1990. - 382, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-013992-2 : 1.00., 10 экз.

Дополнительная литература:

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие для студентов экон. вузов. - М. : Высшая школа, 1986. - 319 с. : ил. - 0.85., 145 экз.
2. Марков Александр Александрович. Введение в теорию кодирования : [учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - М. : Наука, 1982. - 192 с. - 0.35., 49 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9680> <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3369>

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 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

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