

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 02.08.2023 10:17:41

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Комбинаторика и теория графов

Закреплена за подразделением

Кафедра инженерной кибернетики

Направление подготовки

38.03.05 БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 3 (2.1) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | 18 | | | |
| Неделя | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Практические | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Итого ауд. | 51 | 51 | 51 | 51 |
| Контактная работа | 51 | 51 | 51 | 51 |
| Сам. работа | 57 | 57 | 57 | 57 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

Программу составил(и):

Препод., Куренков Владимир Вячеславович; асс., Островская Александра Сергеевна

Рабочая программа

Комбинаторика и теория графов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 38.03.05 БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

38.03.05 БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА, 38.03.05-ББИ-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

38.03.05 БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра инженерной кибернетики

Протокол от 23.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Ефимов Альберт Рувимович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|--|
| 1.1 | Цель – изучить основные классы методов решения дискретных задач. Освоить эффективные алгоритмы решения представительного набора задач. Познакомиться с методами оценки качества алгоритмов, с оценками трудоемкости, с теорией NP-полноты. Овладеть структурами данных, применяемых для эффективной реализации комбинаторных алгоритмов. |
|-----|--|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| Блок ОП: | | Б1.О |
|------------|---|------|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Объектно-ориентированное программирование | |
| 2.1.2 | Введение в специальность | |
| 2.1.3 | Вычислительные машины, сети и системы | |
| 2.1.4 | Программирование и алгоритмизация | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Алгоритмы дискретной математики | |
| 2.2.2 | Сетевые технологии | |
| 2.2.3 | Анализ данных и аналитика в принятии решений | |
| 2.2.4 | Системный анализ цифрового предприятия как объекта экономики и управления | |
| 2.2.5 | Информационно-аналитические и интеллектуальные системы | |
| 2.2.6 | Системы поддержки принятия многокритериальных решений в управлении | |
| 2.2.7 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| | |
|---|--|
| ОПК-4: Способен понимать принципы работы информационных технологий, использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений | |
| Знать: | |
| ОПК-4-31 Знать основные эффективные алгоритмы для решения задач комбинаторной оптимизации и теории графов. | |
| УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | |
| Знать: | |
| УК-1-31 Знать основные способы представления графов в компьютере и основные приемы, используемые для эффективного программирования задач на графах. | |
| ОПК-4: Способен понимать принципы работы информационных технологий, использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений | |
| Уметь: | |
| ОПК-4-У1 Эффективно осуществлять обмен информацией и решать задачи межличностного и межкультурного взаимодействия в обществе в целом и профессиональном сообществе; работать индивидуально и в качестве члена команды. Самостоятельно работать с литературой для изучения методов и алгоритмов комбинаторики и теории графов. | |
| УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | |
| Уметь: | |
| УК-1-У1 Исследовать и проводить анализ дискретной задачи, выбирать алгоритм для ее эффективного решения. Уметь проверять NP-полноту дискретных задач и оценивать трудоемкость и качество алгоритмов. Применять типовые алгоритмы и структуры данных для решения прикладных задач. Проектировать эффективные структуры данных для решения дискретных задач, позволяющих уменьшить память, используемую для представления информации или снизить трудоемкость используемого алгоритма. | |
| ОПК-4: Способен понимать принципы работы информационных технологий, использовать информацию, методы и программные средства ее сбора, обработки и анализа для информационно-аналитической поддержки принятия управленческих решений | |
| Владеть: | |
| ОПК-4-В1 Владеть навыками индивидуальной и командной работы. Демонстрировать личную ответственность, | |

готовность к самосовершенствованию и повышению своей квалификации.

Владеть навыками построения, отладки, тестирования и документирования программного обеспечения.

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Владеть:

УК-1-В1 Владеть навыками разработки алгоритмов для решения прикладных задач. Рассчитывать оценку их трудоемкости и эффективности использования.

Владеть навыками реализации переборных методов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Комбинаторные алгоритмы оптимизации | | | | | | | |
| 1.1 | Алгоритмы: классификация, сложность (трудоемкость). /Лек/ | 3 | 2 | УК-1-31 УК-1-У1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.2 | Представление сетей в компьютере. /Лек/ | 3 | 2 | УК-1-У1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.3 | Алгоритм нахождения компонент связности графа. Поиск в глубину. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-4-31 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.4 | Задача построения кратчайшего связывающего дерева. Алгоритм Краскала. Система не пересекающихся множеств. /Лек/ | 3 | 4 | УК-1-В1 ОПК-4-31 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.5 | Алгоритм построения стабильного бракосочетания. /Лек/ | 3 | 2 | ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.6 | Задача построения кратчайших путей. Поиск в ширину. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Беллмана - Форда. Алгоритм Левита. /Лек/ | 3 | 8 | УК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.7 | Куча. Пирамидальная сортировка. /Лек/ | 3 | 2 | УК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.8 | Деревья поиска. Сбалансированные деревья поиска: AVL-дерево, Красно-чёрное дерево. Декартово дерево. /Лек/ | 3 | 6 | УК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.9 | Потоки. Задача построения максимального потока в сети. Алгоритм Форда-Фалкерсона. Алгоритм Эдмондса-Карпа. Алгоритм Диницы. /Лек/ | 3 | 6 | УК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.10 | Реализация алгоритмов на представление сетей в компьютере. Поиск в ширину. /Пр/ | 3 | 2 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1Л2.1 | | | Р1 |
| 1.11 | Разработка и реализация алгоритма нахождения компонент связности графа. Поиск в глубину. /Пр/ | 3 | 2 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1Л2.1 | | | Р2 |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|----|-------------------------|----------|--|-----|-------|
| 1.12 | Разработка и реализация алгоритма построения минимального остовного дерева. Задача объединить-найти. /Пр/ | 3 | 2 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1Л2.1 | | | Р3,Р4 |
| 1.13 | Разработка и реализация алгоритма построения дерева кратчайших расстояний. /Пр/ | 3 | 4 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1Л2.1 | | КМ1 | Р5 |
| 1.14 | Разработка и реализация Кучи. Пирамидальная сортировка. /Пр/ | 3 | 3 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1Л2.1 | | | Р6 |
| 1.15 | Разработка и реализация сбалансированного дерева поиска. /Пр/ | 3 | 4 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1Л2.1 | | | Р7,Р8 |
| 1.16 | Решение задач по пройденным темам. /Ср/ | 3 | 36 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л1.1Л2.1 | | | |
| 1.17 | Подготовка доклада и презентации по выбранному алгоритму. /Ср/ | 3 | 21 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 | Л2.1 | | | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|--|
| КМ1 | Зачет | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие высказывания. 2. Операции над высказываниями и составные высказывания. 3. Общие составные высказывания и их формальные представления. 4. Понятие логического рассуждения. 5. Равносильность составных высказываний. 6. Логические рассуждения и их значимость. 7. Урновые схемы. 8. Паросочетания. 9. Принцип включения-исключения. 10. Принцип включения-исключения. 11. Принцип включения-исключения. 12. Прямой подсчет. 13. Множества пар. Случай упорядоченных пар. 14. Случай двухэлементных множеств. 15. Понятие и определение графа. 16. Внутренне и внешне устойчивые множества вершин. 17. Пути в графах. 18. Связность и компоненты связности. 19. Эйлеровы циклы. 20. Двудольные графы. 21. Понятие системы. Основные определения. 22. Математическое определение системы. Основные понятия характеризующую систему. 23. Классификация систем и их характеристика. 24. Системный анализ в исследовании и моделировании. Основные определения. 25. Основные этапы системного анализа. 26. Основные понятия производственно-экономических систем. 27. Особенности производственно-экономических систем как объектов моделирования управления. 28. Основные понятия управления предприятием как производственно-экономической системой. 29. Общая блок-схема управления производственно-экономической системой. |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>30. Оптимизация управленческих решений.</p> <p>31. Основные понятия системно-методологического подхода к управлению предприятием.</p> <p>32. Функции и задачи управления. Фазы управления.</p> <p>33. Цикл управления.</p> <p>34. Принятие управленческих решений.</p> <p>35. Требования, предъявляемые к управленческим решениям.</p> <p>36. Основные этапы разработки управленческих решений.</p> <p>37. Понятие «модель» и «моделирование».</p> <p>38. Основные задачи и особенности моделирования производственно-экономических систем.</p> <p>39. Принципы построения моделей. Общая схема процесса моделирования.</p> <p>40. Этапы экономико-математического моделирования.</p> <p>41. Классификация экономико-математических методов и моделей.</p> <p>42. Экономико-математическая модель межотраслевого баланса.</p> <p>43. Структура таблицы межотраслевого баланса, матрица прямых материальных затрат.</p> <p>44. Модель Леонтьева.</p> <p>45. Продуктивные модели Леонтьева.</p> <p>46. Решение матричного уравнения. Применение Microsoft Excel.</p> <p>47. Модель равновесных цен.</p> <p>48. Оптимизационные модели в экономике.</p> <p>49. Исследование операций, как инструмент оптимизации сложных систем.</p> <p>50. Основные особенности исследования операций. Примеры типов задач исследования операций.</p> <p>51. Постановка задачи математического программирования.</p> <p>52. Постановка задачи задач линейного программирования (ЛП). Примеры задач: задача оптимального использования ресурсов, задача о раскрое, транспортная задача - их математические модели. (постановка задач, математическая модель).</p> <p>53. Задача линейного программирования (ЛП) в канонической форме, матричная запись, возможные ситуации, теоретические основы линейного программирования.</p> <p>54. Задача линейного программирования (ЛП) в стандартной форме, приведение к канонической форме, теоретические основы линейного программирования.</p> <p>55. Графоаналитический метод решения задачи линейного программирования. Пример решение задачи.</p> <p>56. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм симплекс-метода, этапы решения, наличие альтернативного оптимума. Пример решение задачи.</p> <p>57. Понятие двойственности в линейном программировании.</p> <p>58. Экономический смысл двойственных задач.</p> <p>59. Виды математических моделей двойственных задач.</p> <p>60. Теоремы двойственности. Нахождение решения одной из двойственных задач ЛП по решению другой. Пример.</p> <p>61. Объяснение размерности двойственных переменных. Понятие теневых цен, экономический смысл теневых цен.</p> <p>62. Задачи теории игр, игра двух лиц с нулевой суммой. Понятие платежной матрицы и ее структуры. Верхняя и нижняя цены игры. Игра с седловой точкой. Пример решения игры.</p> <p>63. Отсутствие седловой точки. Понятие смешанной стратегии. Функция выигрыша $H(p, q)$.</p> <p>64. Графическая иллюстрация смешанной стратегии.</p> <p>65. Оптимальные смешанные стратегии и теорема фон Неймана, смысл теоремы.</p> <p>66. Графический метод поиска оптимальной смешанной стратегии. Пример.</p> <p>67. Сведение матричных игр с нулевой суммой к задачам линейного программирования. Пример решения. Использование процедуры Поиск решения MExcel.</p> |
|--|--|---|

| | | | <p>68. Игры с природой и основные критерии принятия решений.</p> <p>69. Модели динамического программирования.</p> <p>70. Принцип оптимальности Беллмана. Общая схема решения.</p> <p>71. Понятие шагового управления. Задача наращивания производственных мощностей.</p> <p>72. Графическое представление задачи динамического программирования.</p> <p>73. Понятие случайного процесса. Типы случайных процессов.</p> <p>74. Марковские случайные процессы. Моделирование потоков событий.</p> <p>75. Марковские случайные процессы с дискретным временем.</p> <p>76. Процессы гибели и размножения.</p> <p>77. Модель принятия решений в условиях неопределенности с использованием дерева решений.</p> <p>78. Условны обозначения, этапы решения. Пример принятия решения о строительстве завода.</p> <p>79. Вероятностные модели. Модели оптимального поведения и страхования от убытков на фондовой бирже.</p> <p>80. Моделирование социально-экономической структуры общества.</p> <p>81. Принятие решений на основе дисперсионного анализа. Пример.</p> <p>82. Сущность метода экспертных оценок.</p> <p>83. Подбор экспертов.</p> <p>84. Методы опроса экспертов.</p> <p>85. Обработка экспертных оценок. Определение компетентности экспертов и обобщенной оценки объектов.</p> <p>86. Построение обобщенной ранжировки объектов.</p> <p>87. Определение согласованности мнений экспертов.</p> <p>88. Определение зависимостей между ранжировками.</p> <p>89. Пример решения задачи оценки проектов.</p> <p>90. Особенности принятия решений в условиях многокритериальности. Сравнение альтернатив по векторному критерию.</p> <p>91. Типы задач многокритериальной оптимизации. Проблемы решения задач.</p> <p>92. Многокритериальные оценки и принцип Парето.</p> <p>93. Структура и основные элементы задачи принятия решений.</p> <p>94. Отношение доминирования по Парето.</p> <p>95. Основные способы сужения Парето-оптимального множества.</p> <p>96. Равновесие по Нэшу.</p> <p>97. Краткий обзор методов решения задачи векторной</p> |
|---|-------------------------|------------------------------------|--|
| 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.) | | | |
| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
| P1 | Практическое задание №1 | | Прямой подсчет. Множества пар. |
| P2 | Практическое задание №2 | | Основные понятия и характеристики графов. |
| P3 | Практическое задание №3 | | Модель межотраслевого баланса (МОБ). |
| P4 | Практическое задание №4 | | Оптимизация плана выпуска продукции методом линейного программирования. |
| P5 | Практическое задание №5 | | Решение задач теории игр сведением к двойственной задаче ЛП. |
| P6 | Практическое задание №6 | | Распределение кредитов банка методом динамического программирования. |

| | | | |
|----|-------------------------|--|---|
| P7 | Практическое задание №7 | | Исследование работы автоматизированной линии с использованием Марковских случайных процессов. |
| P8 | Практическое задание №8 | | Формирование оптимального портфеля акций с использованием принципа Парето. |

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

ПЗ-1, ПЗ-2, ПЗ-3, ПЗ-4, ПЗ-5, ПЗ-6, ПЗ-7, ПЗ-8.

Зачёт ставится по итогам всех работ в течении семестра и коллоквиума.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания сформированности компетенций включает 4 уровня с оценками: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Критерии оценивания выполнения практических работ.

Практическая работа считается выполненной если:

Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, разработанная на компьютере программа не содержит ошибок, соответствует заданию.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------|
| Л1.1 | Черкасский Б. В. | Комбинаторные алгоритмы: курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2006 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---------------------|-------------------------------|------------------------|--|
| Л2.1 | Седжвик Р. | Алгоритмы на C++: курс лекций | Электронная библиотека | Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|------------------------------|
| П.1 | Microsoft Office |
| П.2 | LMS Canvas |
| П.3 | Microsoft Visual Studio 2015 |
| П.4 | MS Teams |
| П.5 | Python |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Читальный зал электронных ресурсов | | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. |
| Б-902 | Учебная аудитория: | 12 стационарных компьютеров (2 x core i5-3470 8gb RAM, 10 x ryzen5 2400g 32gb RAM), пакет лицензионных программ MS Office, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный, комплект учебной мебели |
| Б-904а | Учебная аудитория: | 20 стационарных компьютеров (core i5-3470 8gb RAM), пакет лицензионных программ MS Office, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный, экран, колонки, комплект учебной мебели |
| Б-934 | Лекционная аудитория: мультимедийная | 4 кабины для синхронного перевода, мультимедийные экраны и проектор, ноутбук, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели на 130 посадочных мест |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается защитой лабораторных работ.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубленное изучение тем дисциплины и предполагает изучение основных и дополнительных источников учебной и научной литературы. Полученные знания и навыки в дальнейшем будут использованы при выполнении студенческих научных исследований и стать основой для выступления на студенческих научно-практических конференциях, конкурсах студенческих работ, при подготовке ВКР и пр.