

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Гаурский
_____» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Комбинаторные алгоритмы Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 09.03.02 - Информационные системы и технологии

Профиль подготовки: Информационные системы в образовании

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Галимянов А.Ф. , Уткина Е.А.

Рецензент(ы):

Сулейманов Д.Ш.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Галимянов А. Ф.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 920219

Казань
2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Галимянов А.Ф. Кафедра информационных систем отделение фундаментальной информатики и информационных технологий , Anis.Galimjanoff@kpfu.ru ; Уткина Е.А.

1. Цели освоения дисциплины

Курс посвящен

- изучению классических алгоритмов решения оптимизационных задач на графах и сетях с применением различных приемов программирования;
- построению новых и модификации и комбинации известных алгоритмов для решения конкретных задач (для конкретных конфигураций компьютеров);
- оценке эффективности указанных алгоритмов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 09.03.02 Информационные системы и технологии и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина входит в цикл "Б2. Общепрофессиональный цикл" (Дисциплина по выбору).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	умение применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетенции, сохранения своего здоровья, нравственного и физического самосовершенствования
ОК-6 (общекультурные компетенции)	владение широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий
ОК-7 (общекультурные компетенции)	умение критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков
ПК-10 (профессиональные компетенции)	готовность разрабатывать, согласовывать и выпускать все виды проектной документации
ПК-17 (профессиональные компетенции)	готовность проводить подготовку документации по менеджменту качества информационных технологий
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность проводить техническое проектирование
ПК-21 (профессиональные компетенции)	способность проводить оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение качества объекта проектирования

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- алгоритмы порождения основных комбинаторных алгоритмов;
- зависимость времени работы программ от объема перебора;
- основные комбинаторные алгоритмы.

2. должен уметь:

- определять основные комбинаторные объекты в предмете исследования;
- оценить объем перебора при решении конкретной комбинаторной задачи;
- писать программы по обработке основных комбинаторных объектов.

3. должен владеть:

- методами анализа основных комбинаторных объектов;
- методами оценивания мощности множества комбинаторных объектов;
- методами формирования основных комбинаторных объектов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания в профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия теории графов. Поиск в графах	7	1-4	9	0	9	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Связность графов	7	5-8	9	0	9	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Деревья и сети. Операции над графами	7	9-12	9	0	9	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Оптимизационные задачи на графах и задачи выбора	7	13-18	9	0	9	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия теории графов. Поиск в графах

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Способы задания графов: геометрический, алгебраический, матричный. Матрица смежности и матрица инцидентности. Степень вершины графа. Путь в графе. Подграф и часть графа. Однородные графы. Неориентированные и ориентированные графы. Изоморфизм графов. Изоморфное вложение и изоморфное пересечение графов. Плоские и планарные графы. Теорема Понтрягина-Куратовского. Двудольные графы. Мультиграфы. Взвешенные графы. Гиперграфы. Матрица инцидентности гиперграфа.

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Лабораторная работа 1. Моделирование транспортной сети.

Тема 2. Связность графов

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Понятие связности. Компоненты связности. Маршрут, длина маршрута. Цепи. Простые цепи. Контур. Цикл. Простые и элементарные циклы. Ациклический граф. Эйлеровы графы. Теорема Эйлера о существовании Эйлера цикла. Гамильтоновы графы. Достаточные условия существования гамильтонова цикла в графе. Расстояние между вершинами графа. Удаленность вершины. Центр неориентированного графа. Радиус и диаметр графа. Матрица расстояний и алгоритм её нахождения. Цикломатическое число. Независимые циклы. Теорема о связи числа вершин и ребер графа с числом независимых циклов. Хроматическое число графа. Свойства хроматического числа. Теорема о минимальной раскраске плоского графа. Число внутренней устойчивости графа. Максимальное внутренне устойчивое подмножество графа. Число внешней устойчивости графа. Ядро графа.

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Лабораторная работа 2. Эйлеровы графы.

Тема 3. Деревья и сети. Операции над графами

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Определение дерева. Характерные свойства деревьев. Сеть. Транспортная сеть. Поток транспортной сети. Разрез сети. Пропускная способность разреза. Задача о наибольшем потоке. Сумма, пересечение, композиция графов. Декартово произведение графов. Операция суммирования графов. Операция суммирования в матричной форме. Транзитивное замыкание графов.

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Лабораторная работа 3. Задача о наибольшем потоке.

Тема 4. Оптимизационные задачи на графах и задачи выбора

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Общие свойства задач выбора. Математические проблемы, связанные с задачами выбора. Типы задач: оптимизационные и задачи на существование. Пути преодоления сложности при решении комбинаторных задач. Способы организации перебора вариантов решений и сокращения перебора. Понятие разумно организованного перебора. Примеры и способы задания экстремальных задач выбора. Задача размещения вершин графа. Задача декомпозиции (разрезания) графа. Задача о кратчайшем связывающем дереве. Задача упаковки ранца. Задача коммивояжера. Задача о максимальном потоке. Приближенные (эвристические) и точные методы решения задач выбора. Идеи и методы, положенные в основу построения эффективных алгоритмов. Идея градиентного алгоритма. Идея метода динамического программирования. Идея потоковых алгоритмов. Идея методов ветвлений с отсечениями, метода ветвей и границ. Идея генетических алгоритмов.

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Лабораторная работа 4. Методы динамического программирования.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основные понятия теории графов. Поиск в графах	7	1-4	подготовка домашнего задания	3	Письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
2.	Тема 2. Связность графов	7	5-8	подготовка домашнего задания	7	Письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
3.	Тема 3. Деревья и сети. Операции над графами	7	9-12	подготовка домашнего задания	7	Письменное домашнее задание
				подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Оптимизационные задачи на графах и задачи выбора	7	13-18	подготовка к контрольной работе	7	Контрольная работа
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
Итого					54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Работа по лекциям включает в себя работу до лекции, работу во время лекции и работу после лекции. Студенты знакомы с учебным планом и преподаватель заранее сообщает тему следующей лекции. Студент должен ознакомиться с темой по материалам в сети Интернет, в виртуальной аудитории. Вопросы во время лекции поощряются по оценке преподавателя. После лекции материал прорабатывается и используется в лабораторных работах.

Лабораторные работы выполняются по темам, определенным учебным планом. Легенды для конкретной работы предлагаются преподавателем. Каждая лабораторная работа завершается отчетом. В отчете должны быть четко определены постановка задачи, используемый инструментарий, пути решения задачи, подробный ход решения задачи, выводы. Приветствуется обсуждение и возможные альтернативные варианты решения. Инструментарий зависит от имеющегося программного обеспечения.

Самостоятельная работа включает в себя работу с лекционным материалом, подготовку к лабораторным работам и выполнение лабораторных работ вне аудитории, если это предлагается преподавателем, подготовку отчета, а также изучение нового материала по сети. Изучение нового материала по теме должно обязательно сопровождаться ознакомлением с новейшими достижениями, так как данная сфера относится к быстро развивающимся областям. Поэтому приветствуется включение в отчеты по лабораторным работам а также вопросы во время лекций по новейшим достижениям по изучаемой теме, это может поощряться преподавателем дополнительными баллами.

Домашняя работа выполняется по темам, определенным учебным планом. Легенды для конкретной работы предлагаются преподавателем. В работе должны быть четко определены постановка задачи, используемый инструментарий, пути решения задачи, подробный ход решения задачи, выводы. Приветствуется обсуждение и возможные альтернативные варианты решения. Работа должна быть законченным исследованием по той или иной микротеме.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основные понятия теории графов. Поиск в графах

домашнее задание , примерные вопросы:

Способы задания графов: геометрический, алгебраический, матричный. Матрица смежности и матрица инцидентности. Степень вершины графа. Путь в графе. Подграф и часть графа. Однородные графы. Неориентированные и ориентированные графы. Изоморфизм графов. Изоморфное вложение и изоморфное пересечение графов.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Плоские и планарные графы. Теорема Понтрягина-Куратовского. Двудольные графы. Мультиграфы. Взвешенные графы. Гиперграфы. Матрица инцидентности гиперграфа.

Тема 2. Связность графов

домашнее задание , примерные вопросы:

Понятие связности. Компоненты связности. Маршрут, длина маршрута. Цепи. Простые цепи. Контур. Цикл. Простые и элементарные циклы. Ациклический граф.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Эйлеровы графы. Теорема Эйлера о существовании Эйлерова цикла. Гамильтоновы графы. Достаточные условия существования гамильтонова цикла в графе.

Тема 3. Деревья и сети. Операции над графами

домашнее задание , примерные вопросы:

Определение дерева. Характерные свойства деревьев. Сеть. Транспортная сеть. Поток транспортной сети. Разрез сети. Пропускная способность разреза. Задача о наибольшем потоке.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Сумма, пересечение, композиция графов. Декартово произведение графов. Операция суммирования графов. Операция суммирования в матричной форме. Транзитивное замыкание графов.

Тема 4. Оптимизационные задачи на графах и задачи выбора

Контрольная работа , примерные вопросы:

Основные комбинаторные конфигурации. Разбиения, перестановки, выборки. Формулы числа конфигураций: перестановок, сочетаний, выборок, разбиений. Латинские квадраты. Коды Хемминга. Прикладная комбинаторика. Комбинаторные задачи на графах. Задача о минимальной раскраске вершин графа. Задача о нахождении максимального внутренне устойчивого подмножества графа, минимального внешне устойчивого подмножества графа. Сложность решения комбинаторных задач. Класс P задач, решаемых за полиномиальное время. Класс NP и NP-полных задач. Примеры прикладных задач из класса NP-полных.

контрольная работа, примерные вопросы:

Общие свойства задач выбора. Математические проблемы, связанные с задачами выбора. Типы задач: оптимизационные и задачи на существование. Пути преодоления сложности при решении комбинаторных задач. Способы организации перебора вариантов решений и сокращения перебора. Понятие разумно организованного перебора. Примеры и способы задания экстремальных задач выбора. Задача размещения вершин графа. Задача декомпозиции (разрезания) графа. Задача о кратчайшем связывающем дереве. Задача упаковки ранца. Задача коммивояжера. Задача о максимальном потоке. Приближенные (эвристические) и точные методы решения задач выбора. Идеи и методы, положенные в основу построения эффективных алгоритмов. Идея градиентного алгоритма. Идея метода динамического программирования. Идея потоковых алгоритмов. Идея методов ветвлений с отсечениями, метода ветвей и границ. Идея генетических алгоритмов.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 7 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в следующих формах:

□ - самостоятельное изучение основного теоретического материала, ознакомление с дополнительной литературой, Интернет-ресурсами;

□ - индивидуальное выполнение проектов.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы используется литература по предмету, Интернет-ресурсы, материал лекций, указания, выданные преподавателем при проведении лабораторных работ.

Вопросы и задания для текущего контроля:

1. Сортировка слиянием - рекурсивный и рекуррентный варианты.
2. Сортировка Шелла.
3. Пирамидальная сортировка.
4. Быстрая сортировка: идея, трудоемкость в среднем и наихудшем.
5. Быстрая сортировка: идея, разделение опорным элементом, варианты с одним или двумя рекурсивными вызовами, емкостная сложность.
6. Цифровая сортировка целых чисел.
7. Цифровая сортировка строк.
8. Порядковые статистики: алгоритм с линейной трудоемкостью в среднем.
9. Порядковые статистики: алгоритм с гарантированной линейной трудоемкостью.
10. Двух- и многопутевое сбалансированное слияние.
11. Многофазная сортировка: идея, реализация для двух входных лент.
12. Многофазная сортировка: идея, реализация для $m > 2$ входных лент.
13. Хеширование. Идея, метод цепочек. Использование хеширования для данных на ВУ.
14. Хеширование. Идея, метод открытой адресации. Варианты реализации.
15. Хеширование. Метод открытой адресации. Средняя трудоемкость поиска.
16. Случайное бинарное дерево. Построение, поиск, удаление элементов.
17. Случайное бинарное дерево. Трудоемкость поиска в наихудшем и среднем.
18. Идеальное дерево. Максимальная и средняя трудоемкость поиска.
19. AVL-деревья. Деревья Фибоначчи. Трудоемкость поиска. Структура вершины.

20. Добавление вершины к AVL-дереву.
21. Удаление вершин из AVL-дерева.
22. B-деревья. Структура вершины. Поиск значения. Оценки трудоемкости. 2-3-деревья.
23. Добавление значения к B-дереву.
24. Удаление значения из B-дерева.
25. Поиск подстроки. Алгоритм Бойера-Мура.
26. Поиск подстроки с помощью конечного автомата.
27. Поиск подстроки. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта.
28. Поиск подстроки. Алгоритм Рабина-Карпа.
29. Выделение минимального остова. Алгоритм Прима.
30. Выделение минимального остова. Алгоритм Крускала.
31. Поиск кратчайших путей. Алгоритм Дейкстры.
32. Поиск кратчайших путей и транзитивное замыкание графа. Алгоритмы Флойда и Уоршол-ла.
33. Выделение двусвязных компонент графа.
34. Сильно связанные компоненты. Алгоритм с однократным поиском в глубину.
35. Сильно связанные компоненты. Алгоритм с двукратным поиском в глубину.
36. Варианты поиска оптимального маршрута коммивояжера. Маршрут на основе минимального остова.
37. Задача коммивояжера. Алгоритм ближайшего города.
38. Задача раскраски графов. Минимальная раскраска графа по методу ветвей и границ.
39. Задача раскраски графов. Алгоритмы, основанные на степенях вершин.
40. Алгоритмы раскраски графов, основанные на склеивании вершин.
41. Раскраска транзитивно-ориентируемых графов.
42. Недетерминированные алгоритмы и их моделирование с помощью детерминированных.
43. NP-полные и NP-трудные задачи.
44. Диаграмма классов задач. Связь классов P-space и NP-space.
45. Основные идеи доказательства NP-полноты задачи выполнимости булевых формул.
46. NP-полнота задач КНФ- и 3-КНФ-выполнимости.
47. NP-полнота задачи о k-клике.
48. NP-полнота задачи о вершинном покрытии.
49. NP-полнота задачи о гамильтоновом цикле в ориентированном графе.
50. NP-полнота задач о гамильтоновом цикле в неориентированном графе и b-коммивояжера.
51. NP-трудность задачи коммивояжера - оптимальный и субоптимальный вариант.

7.1. Основная литература:

1. Основы алгоритмизации и программирования: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. - 416 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0279-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/484837>
2. Основы алгоритмизации и программирования (среда PascalABC.NET) : учеб. пособие / И.Г. Фризен. ? М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. ? 392 с. ? (Среднее профессиональное образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/559358>
3. Основы языка программирования 1С 8.3: учеб. пособие / Э.Г. Дадян. ? М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2017. ? 132 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/750728>

7.2. Дополнительная литература:

Теоретическая информатика, Громкович, Юрай;Мельников, Б. Ф., 2010г.

1. Основы алгоритмизации и программирования на Python : учеб. пособие / С.Р. Гуриков. ? М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. ? 343 с. ? (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/772265>

2. Основы алгоритмизации и программирования. Ответы на контрольные вопросы.: Учебник / Ночка Е.И. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 59 с.: ISBN 978-5-906818-82-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/772548>

7.3. Интернет-ресурсы:

Комбинаторные алгоритмы - http://snilit.tspu.ru/uploads/files/default/combinatorial_algorithm.pdf

Комбинаторные алгоритмы - http://fit.nsu.ru/data_/courses/niu/daio_komb_alg_uchpos.pdf

Комбинаторные алгоритмы для программистов - <http://www.intuit.ru/studies/courses/65/65/info>

Математическая логика - <http://www.intuit.ru/studies/courses/2308/608/info>

Языки и исчисления - <http://www.intuit.ru/studies/courses/1175/133/info>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Комбинаторные алгоритмы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Для материально-технического обеспечения дисциплины требуется наличие компьютерной техники с установленным соответствующим программным обеспечением и другого оборудования, поддерживающего проведение презентаций, построение проектной документации, выход в сеть Интернет. Также требуется обеспечение литературой, которую в достаточном объеме может предложить книжный фонд Научной библиотеки.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 09.03.02 "Информационные системы и технологии" и профилю подготовки Информационные системы в образовании .

Автор(ы):

Галимянов А.Ф. _____

Уткина Е.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Сулейманов Д.Ш. _____

"__" _____ 201__ г.