

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

| | |
|----------------------------|--|
| | Рабочая программа дисциплины (модуля) |
| по дисциплине: | Алгоритмы и структуры данных |
| по направлению: | Информатика и вычислительная техника |
| профиль подготовки: | Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра технологий проектирования сложных технических систем |
| курс: | 1 |
| квалификация: | бакалавр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

2 (весенний) - Экзамен
3 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 135 всего, в том числе:

лекции: 60 час.
семинары: 0 час.
лабораторные занятия: 75 час.

Самостоятельная работа: 120 час.

Подготовка к экзамену: 60 час.

Всего часов: 315, всего зач. ед.: 7

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

А.И. Лобанов, д-р физ.-мат. наук, профессор
В.Е. Карпов, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры технологий проектирования сложных технических систем
08.04.2024

Аннотация

Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» продолжает изучение языка C++ и непосредственно связанных с ним знаний, умений и навыков студентами образовательной программы «Компьютерное моделирование» (ФАКТ, направление подготовки «Информатика и вычислительная техника», бакалавриат). Данная дисциплина призвана научить студентов разрабатывать комбинации алгоритмов для решения поставленных задач, оценивать сложности алгоритмов, их модификаций и комбинаций, в том числе с помощью амортизационного анализа, выбирать подходящие структуры данных для поставленных задач, реализовывать алгоритмы в обобщенной форме на языке программирования C++.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- сформировать представление о базовых структурах данных, их свойствах, областях применения с доказательством сложности используемых алгоритмов;
- сформировать представление о разнообразных вычислительных задачах на графах;
- дать теоретические и практические знания об алгоритмах и структурах данных для работы с графами с доказательством корректности их работы, о методах оценки сложности алгоритмов.

Задачи дисциплины

- научить формулировать задачи в терминах изученных теорий, выбирать подходящий алгоритм для поставленной задачи;
- научить разрабатывать комбинации алгоритмов для решения поставленных задач, оценивать сложности алгоритмов, их модификаций и комбинаций, в том числе с помощью амортизационного анализа, выбирать подходящие структуры данных для поставленных задач, реализовывать алгоритмы в обобщенной форме на языке программирования C++.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи |
| УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений |
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности |
| ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач | ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные алгоритмы сортировки;
- принципы работы структур данных дерево поиска и хеш-таблица;
- алгоритмы поиска кратчайших путей в графе;
- алгоритмы построения минимального остовного дерева в графе;
- алгоритмы вычисления максимального потока в сетях;
- структуры данных разреженная таблица, дерево отрезков, Декартово дерево по неявному ключу.

уметь:

- оценивать асимптотическую сложность используемых алгоритмов и выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- анализировать задачу и выбирать из предложенного набора оптимальный алгоритм для ее решения;
- реализовывать описанные алгоритмы и структуры данных на языке C++.

владеть:

- приемами асимптотического и амортизационного анализа сложности алгоритмов.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

| № | Тема (раздел) дисциплины | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. | | | |
|-----------------------|--|---|----------|-----------------|----------------|
| | | Лекции | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1 | Введение | 6 | | 9 | 15 |
| 2 | Базовые структуры данных | 6 | | 9 | 15 |
| 3 | Сортировки и порядковые статистики | 6 | | 9 | 15 |
| 4 | Деревья поиска | 6 | | 9 | 15 |
| 5 | Хеш-таблицы | 6 | | 9 | 15 |
| 6 | Жадные алгоритмы и динамическое программирование | 5 | | 5 | 8 |
| 7 | Обходы графа | 5 | | 5 | 8 |
| 8 | Кратчайшие пути во взвешенном графе | 5 | | 5 | 8 |
| 9 | Оставные деревья | 5 | | 5 | 7 |
| 10 | Потоки в сетях | 5 | | 5 | 7 |
| 11 | "RMQ. Sparse-table, дерево отрезков. LCA. Декартово дерево по неявному ключу | 5 | | 5 | 7 |
| Итого часов | | 60 | | 75 | 120 |
| Подготовка к экзамену | | 60 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 315 час., 7 зач.ед. | | | |

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Введение

Свойства и особенности алгоритмов.

2. Базовые структуры данных

Типы данных. Алгоритмы и способы их записи.

3. Сортировки и порядковые статистики

Сортировка: простейшие алгоритмы и оценки. Сортировка кучей. Сортировка слиянием. Быстрая сортировка. Порядковые статистики.

4. Деревья поиска

Расширяющийся массив. Кучи. Дерево отрезков. Системы непересекающихся множеств.

5. Хеш-таблицы

Алгоритм поиска по ключу с использованием hash-функций. Понятие hash-функции. Заполнение hash-таблицы.

Семестр: 3 (Осенний)

6. Жадные алгоритмы и динамическое программирование

Задачей, постоянно решаемой в ходе трансляции, является задача распознавания служебных слов: требуется определить, является прочитанный идентификатор служебным словом или нет. Поскольку число идентификаторов в компилируемой программе может быть довольно большим, и только часть из них является зарезервированными, эффективное и компактное решение проблемы распознавания служебных слов является важнейшей задачей.

7. Обходы графа

Графы и способы их представления. Поиск в глубину в неориентированных графах.

8. Кратчайшие пути во взвешенном графе

Поиск в глубину в ориентированных графах. Компоненты сильной связности.

9. Оставные деревья

Понятие синтерма: непересекающиеся и пересекающиеся синтермы. Формирование и распознавание синтерма.

10. Потоки в сетях

Задача о максимальном потоке: формулировка, условия.

11. "RMQ. Sparse-table, дерево отрезков. LCA. Декартово дерево по неявному ключу

Бинарное дерево, корневое дерево. Алгоритмы нахождения кратчайшего пути.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Алгоритмы: построение и анализ [Текст] : [учебник для вузов] / Т. Кормен [и др.] ; [пер. с англ. И. В. Красикова и др.] .— 3-е изд. — М. : Вильямс, 2014 .— 1328 с.
2. Алгоритмы и структуры данных [Текст] / Н. Вирт ; пер. с англ. Д. Б. Подшивалова .— 2-е изд., испр. — СПб. : Невский Диалект, 2001,2005 .— 352 с.
3. Искусство программирования [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Д. Кнут ; пер. с англ. С. Г. Тригуб [и др.] ; под общ. ред. Ю. В. Козаченко .— 3-е изд. — М. : Вильямс, 2000 .— Т. 1 : Основные алгоритмы. - 2000. - 720 с.

Дополнительная литература

1. Алгоритмы: вводный курс [Текст] /Томас Х. Кормен; пер. с англ.%dAlgorithms Unlocked. М., ООО "И. Д. Вильямс", 2017
2. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений [Текст], учебник для вузов/В. Е. Алексеев, В. А. Таланов, -М., Интернет-Ун-т Информ. Технологий : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Информационные ресурсы: <http://neerc.ifmo.ru/wiki>, <http://e-maxx.ru/algo/>, электронные конспекты лекций, учебные пособия и сборники задач, разработанные для данного курса. <https://github.com/> для выполнения заданий.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину "Алгоритмы и структуры данных", должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- выполнение лабораторных работ, для осознание связей между теорией и практическими навыками;
- подготовку к экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|----------------------------|--|
| по направлению: | Информатика и вычислительная техника |
| профиль подготовки: | Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра технологий проектирования сложных технических систем |
| курс: | 1 |
| квалификация: | бакалавр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

2 (весенний) - Экзамен

3 (осенний) - Экзамен

Разработчики:

А.И. Лобанов, д-р физ.-мат. наук, профессор

В.Е. Карпов, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи |
| УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений |
| ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности |
| ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач | ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» обучающийся должен:

знать:

- основные алгоритмы сортировки;
- принципы работы структур данных дерево поиска и хеш-таблица;
- алгоритмы поиска кратчайших путей в графе;
- алгоритмы построения минимального остовного дерева в графе;
- алгоритмы вычисления максимального потока в сетях;
- структуры данных разреженная таблица, дерево отрезков, Декартово дерево по неявному ключу.

уметь:

- оценивать асимптотическую сложность используемых алгоритмов и выбирать оптимальные алгоритмы для современных программ;
- анализировать задачу и выбирать из предложенного набора оптимальный алгоритм для ее решения;
- реализовывать описанные алгоритмы и структуры данных на языке C++.

владеть:

- приемами асимптотического и амортизационного анализа сложности алгоритмов.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. В чем отличие между структурой данных, абстрактным типом данных?
2. Каково амортизированное (учетное) время добавления элемента в динамический массив?
3. Опишите работу алгоритма поддержки минимума в стеке.
4. Опишите ключевые параметры алгоритмов сортировки.
5. Каково среднее время работы алгоритма QuickSort?
6. Опишите принцип работы AVL-дерева.
7. В чём отличие с точки зрения пользователя AVL-дерева от чёрно-красного дерева?
8. Какие основные требования предъявляются к хеш-функции?
9. Опишите плюсы и минусы двух видов хеш-таблиц.

10. Приведите пример задачи, для которой жадный алгоритм даёт не оптимальный результат.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. В чём разница между понятиями связности, сильной связности и слабой связности?
2. Какие требования на эвристику накладываются в алгоритме A* и почему?
3. С помощью какого алгоритма и каким образом можно обнаружить в графе цикл отрицательного веса?
4. Опишите алгоритм непересекающихся множеств.
5. Теорема Форда-Фалкерсона.
6. Чем декомпозиция по данным отличается от декомпозиции по вычислениям?
7. Сведение LCA к задаче RMQ.
8. Сведение RMQ к задаче LCA.
9. Декартово дерево по неявному ключу.

БИЛЕТ 1

1. В чём отличие между структурой данных, абстрактным типом данных?
2. Каково амортизированное (учетное) время добавления элемента в динамический массив?

БИЛЕТ 2

1. Опишите работу алгоритма поддержки минимума в стеке.
2. Опишите ключевые параметры алгоритмов сортировки.

БИЛЕТ 3

1. Каково среднее время работы алгоритма QuickSort?
2. Опишите принцип работы AVL-дерева.

БИЛЕТ 4

1. В чём отличие с точки зрения пользователя AVL-дерева от чёрно-красного дерева?
2. Какие основные требования предъявляются к хеш-функции?

БИЛЕТ 5

1. Опишите плюсы и минусы двух видов хеш-таблиц.
2. Приведите пример задачи, для которой жадный алгоритм даёт не оптимальный результат.

БИЛЕТ 6

1. В чём разница между понятиями связности, сильной связности и слабой связности?
2. Какие требования на эвристику накладываются в алгоритме A* и почему?

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Экзамен проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.