

Вопросы к коллоквиуму по алгоритмам

SPb HSE, 1 курс, осень, 2019/20 учебный год

Общая информация

- Кроме конспектов полезно смотреть **разборы** задач из практик и дз.
- Курсивом помечено то, что было разобрано на практике.
- (a) Необходимое знание на оценку 4-6.
- (b) Необходимое знание на оценку 7-9 (на 6 можно знать лишь формулировки).
- (+) На оценку 10 (на 9 можно ничего из этого не знать).

К тесту нужно знать факты (что и за сколько делает алгоритм/структура) и из (a), и из (b).

- Пример: не обязательно знать подробности, как именно искать две ближайшие точки. Важно помнить, что за $O(n \log n)$, методом разделяй и властвуй.

Асимптотики, простейшие структуры

- (a) 1. База. Асимптотика. Обозначения $o, O, \Theta, \Omega, \omega$. Основные свойства (9 штук). Асимптотика многочлена.
- (+) 2. База. Определение o через предел, оценка суммы через интеграл.
- (a) 3. База. Рекуррентные соотношения: алгоритм Карацубы.
- (a) 4. База. Рекуррентные соотношения: мастер-теорема (о простом рекуррентном соотношении).
- (b) 5. База. Рекуррентные соотношения: теорема об экспоненциальном рекуррентном соотношении.
- (b) 6. База. Числа Фибоначчи. Доказательства рекуррентностей по индукции.
- (a) 7. База. Примеры на асимптотики: 5 циклов, числа Фибоначчи, 2 указателя.
- (a) 8. База. Сумма гармонического ряда. Список делителей для всех чисел от 1 до n .
- (a) 9. База. Асимптотики: линия, квадрат, полином, полилогарифм, экспонента. Теорема об их сравнении.
- (a) 10. База. Неасимптотические оптимизации. 6 проблем, примеры задач. Кеш. Быстрые операции.
- (a) 11. DS. Частичные суммы. Массив фиксированного размера
- (a) 12. DS. Список двусвязный, список односвязный, список на массиве.
- (a) 13. DS. Вектор (расширяющийся массив). Стек, очередь, дек. Средства языка C++ и их сравнение. Сравнение дека на списке и на циклическом массиве.
- (a) 14. DS. Очередь и дек на циклическом массиве. Стек с минимумом. Очередь с min через два стека.
- (b) 15. DS. Очередь с минимумом, второй способ (дек минимумов).
- (a) 16. DS. Разбор арифметического выражения со стеком за линейное время.
- (a) 17. DS. Время работы: real, average, amortized. Потенциал. Схема с монетками.
- (a) 18. DS. Расширяющийся и сужающийся динамический массив. Доказательства времени работы.

Поиск, хеш-таблицы, аллокация памяти

- (a) 19. DS. Бинарный поиск. 3 версии. Средства языка C++.
- (b) 20. DS. Вещественный бинпоиск. Корни многочлена \forall степени. Определение границ бинпоиска.
- (a) 21. DS. Хранение множеств и мультимножеств в виде сортированных массивов. Два указателя (пересечение, объединение, разность). Средства языка C++.
- (a) 22. DS. Два указателя. Минимальный отрезок, содержащий k различных чисел.
- (a) 23. DS. Хеш-таблица. Интерфейс. Версия на списках.
- (a) 24. DS. Хеш-таблица. Интерфейс. Версия с открытой адресацией.
- (b) 25. DS. Хеш-таблица. Действие при переполнении. Сравнение двух реализаций хеш-таблиц. Средства языка C++.
- (b) 26. DS. Вектор: избавление от амортизации. 2 способа.

- (b) 27. DS. Очередь с минимумом: избавление от амортизации.
- (b) 28. DS. Хеш-таблица с открытой адресацией: избавление от амортизации.
- (a) 29. DS. Бинарная куча: хранение в массиве, Add, ExtractMin.
- (a) 30. DS. Бинарная куча: DecreaseKey и обратные ссылки.
Пример задачи: дан массив, запросы: $a[i] = x$, getMin.
- (b) 31. DS. Бинарная куча: построение за линию (алгоритм, оценка), heap sort (inplace). Средства языка C++.
- (a) 32. DS. Аллокация памяти. Стек. Список.
- (b) 33. DS. Аллокация памяти. Кучи с хеш-таблицей. Оптимизация для C++.
- (a) 34. DS. Преобразование операций. Ничего \rightarrow Del, Find \rightarrow Del, Add \rightarrow Merge.
- (b) 35. DS. Пополняемые структуры данных: Build \rightarrow Add, Del. Пополняемый массив.
- (b) 36. DS. Алгоритм Mo. Два указателя на примере задачи «количество различных чисел на отрезке».
- (+) 37. DS. 3-D Mo. Куча через корневую.

Сортировки

- (a) 38. Sort. Квадратичные: Insertion, Selection, Bubble. Сравнение. Стабильность. IntroSort.
- (a) 39. Sort. Оценка снизу на число сравнений. И обобщения из практики и др.
- (a) 40. Sort. HeapSort (не обязательно inplace).
- (+) 41. Sort. Adaptive Heap Sort.
- (a) 42. Sort. MergeSort (рекурсивная версия).
- (b) 43. MergeSort (нерекурсивная версия). Подсчёт числа инверсий.
- (a) 44. Sort. QuickSort без доказательства. Две версии partition: с 3 дополнительными массивами, inplace двумя указателями. Способы выбора элемента для partition.
- (a) 45. Sort. Сравнение трёх сортировок за $\mathcal{O}(n \log n)$.
- (b) 46. Sort. QuickSort. Доказательство по индукции с интегралами.
- (b) 47. Sort. QuickSort. Доказательство через дерево рекурсии и вероятность «сравнить два элемента».
- (a) 48. Sort. Порядковая статистика за линейное время, рандомизированный алгоритм. Средства C++.
- (b) 49. Sort. Порядковая статистика за линейное время, детерминированный алгоритм.
- (a) 50. Sort. Count Sort для чисел и для пар чисел.
- (a) 51. Sort. Radix Sort за $\mathcal{O}(n \log_n m)$.
- (a) 52. Sort. Bucket Sort. Описание алгоритма.
- (b) 53. Sort. Bucket Sort. Две версии алгоритма. Три теоремы о времени работы.
- (+) 54. Sort. Kirkpatrick Sort за $\mathcal{O}(n \log \log C)$
- (+) 55. Inplace. Merge за $\mathcal{O}(n)$.
- (a) 56. Решение задач. События: для каждой точки число покрывающих её отрезков на прямой.

Кучи

- (b) 57. Heap. Van Emde Boas trees. Добавление элемента и извлечение минимума.
- (b) 58. Heap. MinMax Heap. Подробная оценка времени работы.
- (a) 59. Heap. Leftist Heap. Сравнение с бинарной.
- (b) 60. Heap. Skew Heap. Сравнение с Leftist.
- (a) 61. Heap. d -куча (последняя практика).
- (a) 62. Heap. Куча, умеющая {Add, Min, Merge, DecreaseKey} за $\mathcal{O}(1)$, ExtractMin за $\mathcal{O}(n)$.
- (+) 63. Heap. Pairing Heap.
- (b) 64. Heap. Нижняя оценка на время построения бинарной кучи.
- (a) 65. Inplace. Reverse и rotate за $\mathcal{O}(n)$. Средства языка C++.
- (b) 66. D&C. Merge за $\mathcal{O}(n \log n)$.
- (b) 67. D&C. Поиск двух ближайших точек. (последняя практика).

Правила сдачи

Версия правил находится в разработке!

■ Прийти

Вы записываетесь в [google-doc](#), получаете время сдачи, когда вам нужно прийти и сдать. В нужный момент вы приходите и говорите “я готов сдавать!”. Если вы опоздали более чем на 5 минут, попадаете в живую очередь таких же опоздавших, у вас самый низкий приоритет, но, как только кто-то из принимающих освободится, вас тоже примут.

■ Подготовиться

Вы пришли. Вы получаете билет из двух вопросов: один (a), один (b).

Если вы хотите оценку 10, нужно сразу сказать, вам дадут третий вопрос уровня (+).

Вы садитесь 40 минут **готовиться**. В процессе подготовки нельзя пользоваться никакими бумажными, печатными, электронными источниками. За время подготовки вам нужно **записать** ответы на оба вопроса. Лучше накидать оба ответа в общих словах, чем один сверх подробно, по другому по нулям.

■ Ответить билет

Отвечать вы будете 30 минут.

Оба билета, вопросы по ним. Затем вам зададут дополнительные вопросы (≥ 3) по всему курсу.

Отвечать на допвопросы нужно будет с ходу.

Задач не будет, только теория.

1. В **любых** спорных ситуациях подходим к лектору.
2. Лучше рассказать хоть что-то, чем ничего не сказать.
3. Вы готовились к экзамену! Вы должны помнить, что вы должны знать, что к какому билету относится.
4. Если вас спрашивают что-то не из билета, не из программы, не стесняйтесь говорить об этом.
5. Принимающий может в любой момент задать не сложный допвопрос из серии “что такое дек?” или “чем MergeSort лучше QuickSort?”.
6. Заменять билет нельзя.

■ Ваша оценка

Вы уже сдали тест, вы молодец, но чтобы получить оценку от 4 до 10, нужно постараться.

У принимающего за время вашего ответа магическим образом в голове образуются четыре вещественных числа от 0 до 1 – уровень ваших знаний по 1-му вопросу (a), знание формулировок по 2-му (b)₁, знание сложной части 2-го вопроса (b)₂, ответы на допвопросы (c). Какие из этих чисел сообщать вам, а какие нет, решает принимающий. Вывод о ваших знаниях принимающий может описать вам не числом, а лишь на словах “тут вы почти ничего не знаете”, “этот билет вы ответили идеально”. Далее идёт табличка примерных границ для оценок. В пограничных ситуациях решить помогают допвопросы.

- a) $(a)+(b)_1 < 1 \Rightarrow 3$. Ваши знания не удовлетворительны.
- b) $(a)+(b)_1 \geq 1 \Rightarrow 4$.
- c) $(a)+(b)_1 \geq 1.25 \Rightarrow 5$.
- d) $(a)+(b)_1 \geq 1.5 \wedge (c) \geq 0.6 \Rightarrow 6$.
- e) $(a)+(b)_2+(c) \geq 2 \Rightarrow 7$.
- f) $(a)+(b)_2+(c) \geq 2.4 \wedge \text{test} \geq 15 \Rightarrow 8$.
- g) $(a)+(b)_2+(c) \geq 2.7 \wedge \text{test} \geq 15 \Rightarrow 9$.
- h) Оценка 10 получается из уверенной 9 и ответа на (+).