

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И.
Менделеева»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №7

Выполнил студент группы КС-36: Золотухин А.А.

Ссылка на репозиторий: [https://github.com/
MUCTR-IKT-CPP/
ZolotukhinAA_36_ALG](https://github.com/MUCTR-IKT-CPP/ZolotukhinAA_36_ALG)

Принял: Крашенников Роман Сергеевич

Дата сдачи: 14.04.2025

Москва
2025

Оглавление

Описание задачи	1
Описание метода/модели	3
Выполнение задачи	4

Описание задачи

В рамках лабораторной работы необходимо изучить дерево поиска: *Декартово дерево*.

Для этого его потребуется реализовать и сравнить в работе с реализованным *AVL-деревом*. Для анализа работы алгоритма понадобится провести серии тестов:

- в одной серии тестов проводится 50 повторений;
- требуется провести серии тестов для $N = 2^i$, при этом i от 10 до 18 включительно.

В рамках одной серии понадобится сделать следующее:

- сгенерировать N случайных значений;
- заполнить два дерева N количеством элементов в одинаковом порядке;
- для каждой из серий тестов замерить максимальную глубину полученного дерева;
- для каждого дерева после заполнения провести 1000 операций вставки и замерить время;
- для каждого дерева после заполнения провести 1000 операций удаления и замерить время;
- для каждого дерева после заполнения провести 1000 операций поиска и замерить время;
- для каждого дерева замерить глубины всех веток дерева.

Для анализа структуры потребуется построить следующие графики:

- график зависимости среднего времени вставки от количества элементов в исходном дереве для декартова и AVL деревьев;
- график зависимости среднего времени удаления от количества элементов в исходном дереве для декартова и AVL деревьев;
- график зависимости среднего времени поиска от количества элементов в исходном дереве для декартова и AVL деревьев;
- график максимальной высоты полученного дерева в зависимости от N ;
- гистограмму среднего распределения максимальной высоты для последней серии тестов для AVL и декартова дерева;
- гистограмму среднего распределения высот веток для последней серии тестов для AVL и декартова дерева.

Дополнительное задание:

- аналогичная серия тестов и сравнение её для отсортированного заранее набора данных;
- реализовать *красно-чёрное дерево* и провести все те же проверки с ним.

Описание метода/модели

Декартово дерево - двоичное дерево поиска, которое является достаточно популярной и простой реализацией самобалансирующегося варианта дерева. Декартово дерево в каждом узле помимо ключа, хранит так же приоритет узла, который отражает позицию элемента в такой структуре данных, как куча. **Куча** - древовидная структура, у которой родитель дерева боле всех его потомков (или меньше). По этой причине декартово дерево часто называют $treap = tree + heap$. Такое дерево называется декартовым по той причине, что его узлы можно уложить на координатной плоскости, где x - ключ, а y - приоритет.

Построение декартового дерева. Потребуется:

1. *множество ключей* - те значения, которые есть в наших данных, по которым мы и хотим построить декартово дерево поиска;
2. *множество приоритетов* - случайная величина, которую мы можем как генерировать самостоятельно, так и брать из поступающих нам данных, связанных с ключами.

Два особенных момента:

- одинаковые ключи следует хранить либо только в правом поддереве, либо только в левом, и тогда они не будут доставлять проблем;
- одинаковых приоритетов стоит избегать, в идеале генерировать случайные числа от 0 до 1 , но, если нужно, можно и случайное целочисленное число.

Две важные операции для работы с декартовым деревом:

Выполнение задачи

AVL, декартово и красно-чёрное деревья реализованы на языке *C++*. Построение графиков проводились с помощью программы *GNUplot*.

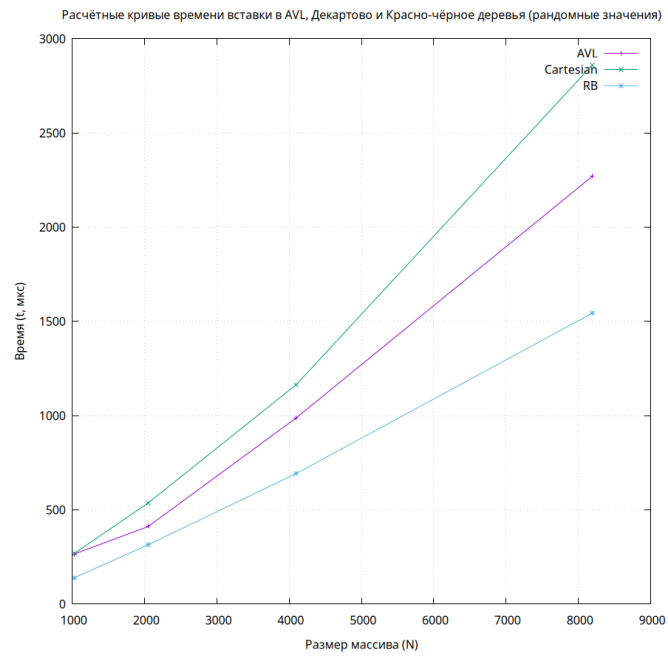


Рис. 1: Расчётные кривые времени вставки в AVL, Декартово и Красно-чёрное деревья (рандомные значения).

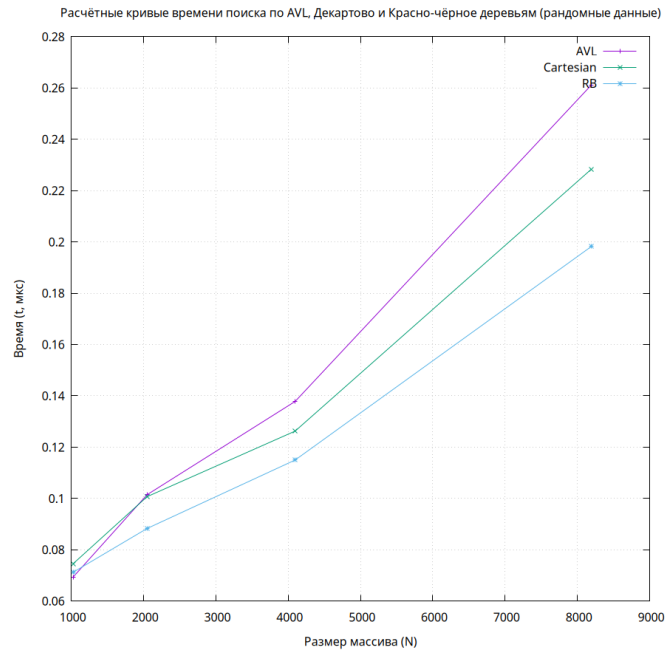


Рис. 2: Расчётные кривые времени поиска по AVL, Декартово и Красно-чёрное деревьям (случайные данные).

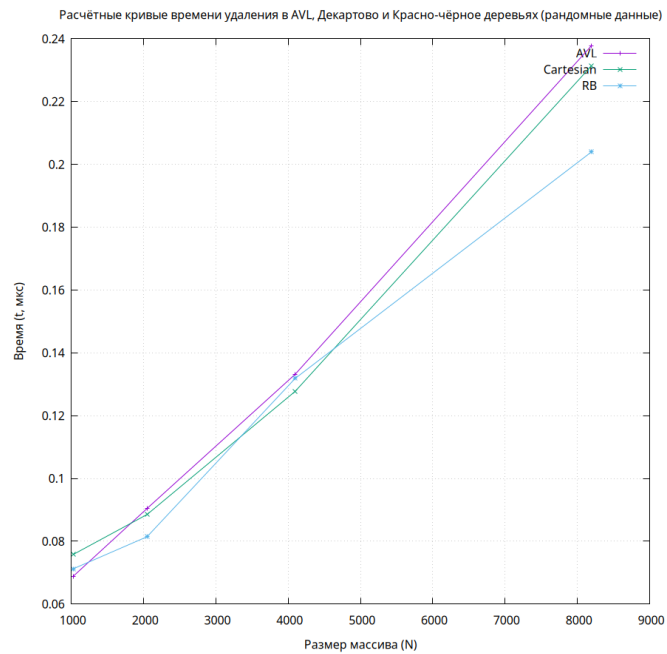


Рис. 3: Расчётные кривые времени удаления в AVL, Декартово и Красно-чёрное деревьях (случайные данные).

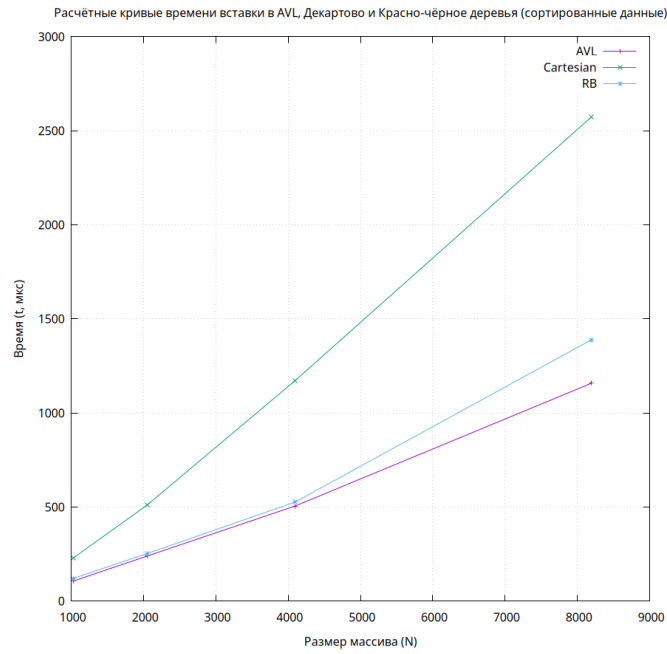


Рис. 4: Расчётные кривые времени вставки в AVL, Декартово и Красно-чёрное деревья (сортированные данные).

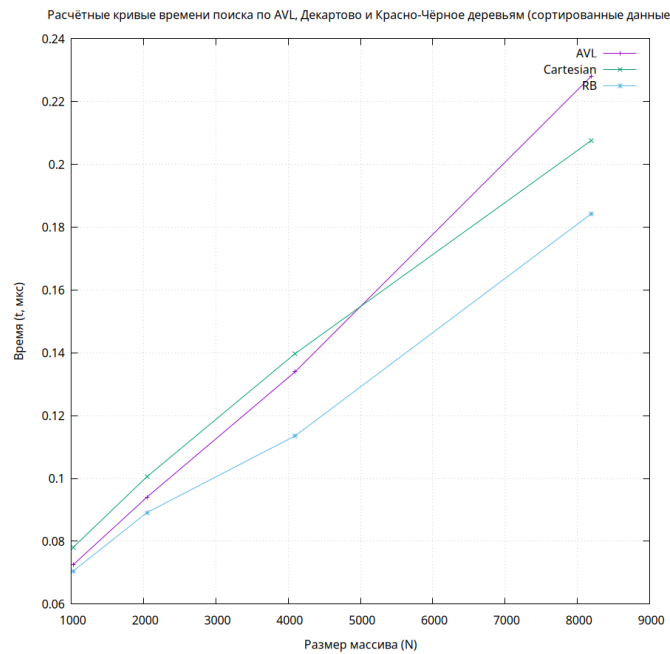


Рис. 5: Расчётные кривые времени поиска по AVL, Декартово и Красно-Чёрное деревьям (сортированные данные).

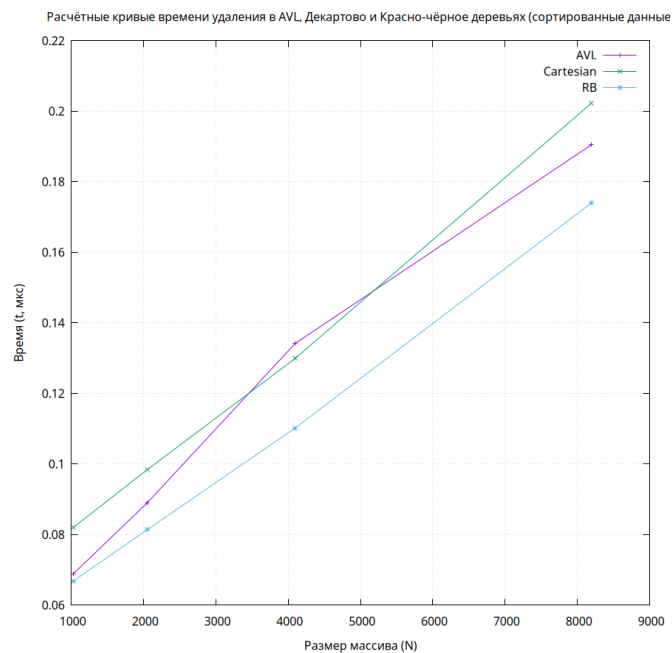


Рис. 6: Расчётные кривые времени удаления в AVL, Декартово и Красно-чёрное деревьях (сортированные данные).

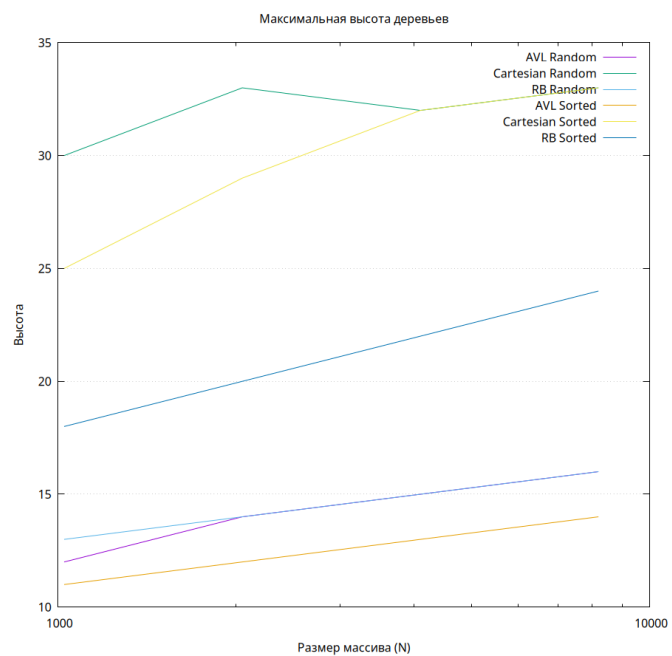


Рис. 7: Расчётные кривые максимальной высоты в AVL, Декартово и Красно-чёрное деревьях.

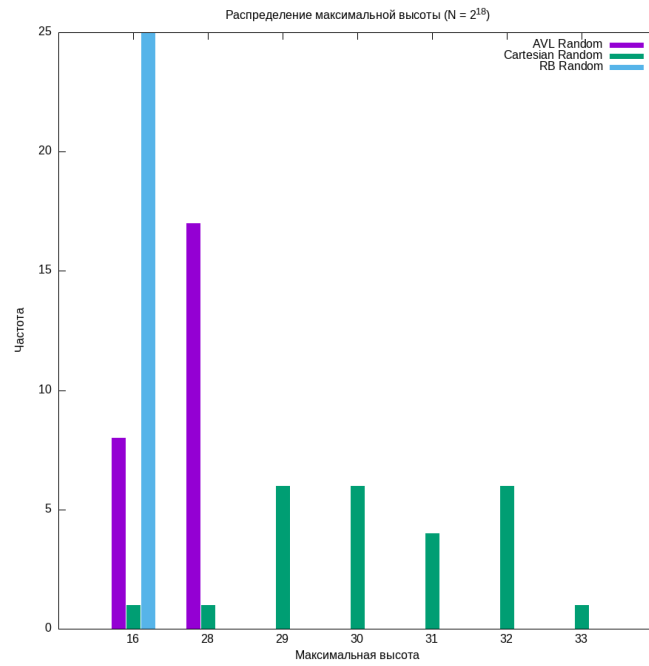


Рис. 8: Распределение максимальной высоты ($N = 2^{18}$) (рандомные данные).

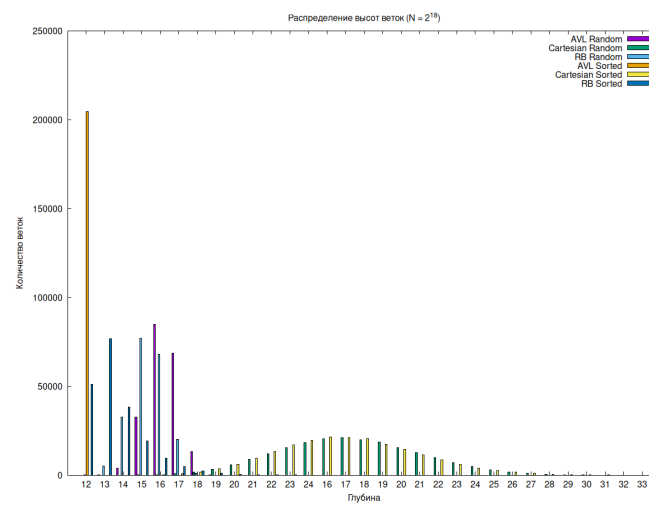


Рис. 9: Распределение высот веток ($N = 2^{18}$) (рандомные данные).