



**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

## Структура данных “Spray-дерево” Курсовая работа

Выполнил: студент курса 2 группы 4245-020303D  
Кравчук В.В.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент  
Русакова М.С.

Самара, 2025



В настоящее время с целью организации и систематизации данных разрабатываются **разные алгоритмы и структуры данных, которые позволяют упростить процесс поиска данных.**

Структурой данных, позволяющей быстрее находить те данные, которые использовались недавно, является разработанное в 1983 году Дэниелом Слейтером и Робертом Тарьяном **Splay-дерево.**

**Splay-дерево** используют при кэшировании данных, маршрутизации в сетях и в алгоритмах сжатия данных.



### Цель:

- Изучить алгоритмы обработки Splay-деревьев и особенностей их применения при решении практических задач.

### Задачи:

- Изучить структуру данных Splay-дерева, ее особенности и свойства;
- Провести анализ, оценку трудоемкости и асимптотической сложности алгоритмов работы со Splay-деревьями;
- Провести проектирование, разработку и тестирование приложения, использующего Splay-дерево для поиска информации о поездах на железнодорожном вокзале.



**Splay-дерево** — это самобалансирующаяся структура данных, в которой последний ключ, к которому осуществлялся доступ, всегда помещается в корень.

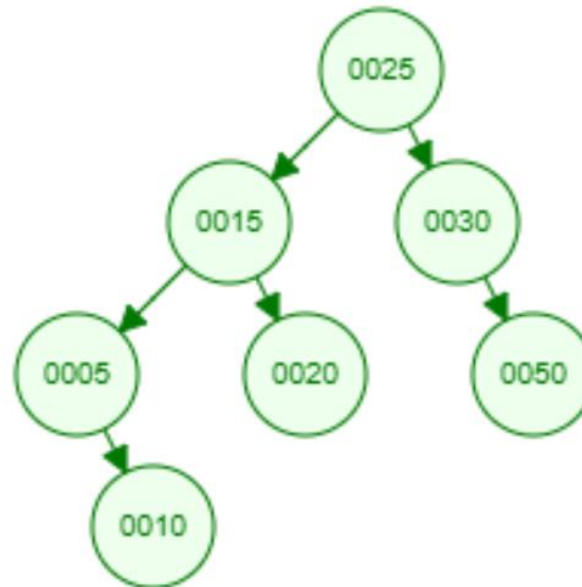
Дерево **не обеспечивает идеальную балансировку** (левое и правое поддеревья могут быть разной высоты).

Отсутствие дополнительной информации в каждом узле **обеспечивает наименьшие затраты памяти**.

Поднятие используемого узла в корень обеспечивает быстрый доступ при повторных обращениях. **Поднятие узла в корень происходит с помощью «поворотов».**

Каждый узел дерева содержит:

- ссылку на левое поддерево;
- ссылку на правое поддерево;
- полезную информацию.





- **Splay-дерево** является самобалансирующимся бинарным деревом поиска, при этом не является перманентно сбалансированным и на отдельных запросах может работать даже линейное время.
- В отличие от AVL-дерева, **Splay-дереву не нужно хранить дополнительную информацию** (например, высота в AVL-дереве), что делает его эффективным по памяти.
- **После каждого запроса Splay-дерево меняет свою структуру**, что позволяет наиболее эффективно обрабатывать часто повторяющиеся запросы.
- **Асимптотическая сложность** Splay-дерева в большинстве случаев составляет  $O(\log n)$ .
- Однако использование Splay-дерева избегают в тех случаях, когда требуется строгое соблюдение времени выполнения, так как в худшем случае асимптотическая сложность равна  $O(n)$ .

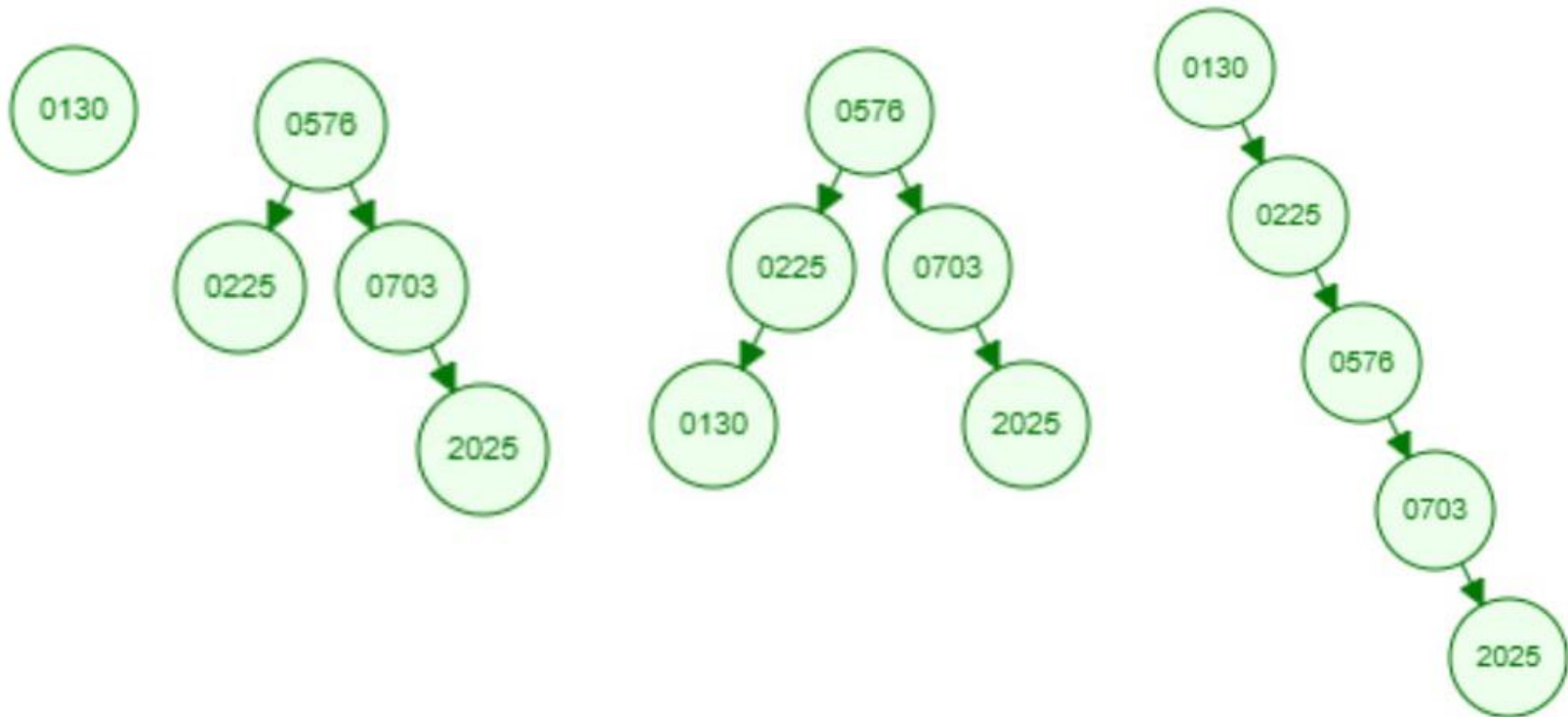


## Алгоритм добавления элемента в Splay-дерево

Добавление нового элемента в Splay-дерево происходит по правилам бинарного дерева поиска, однако после добавления узла он поднимается в корень.

Добавление нового узла состоит из нескольких этапов:

- 1) спуск по дереву до места
- 2) добавление узла в дерево;
- 3) поднятие добавленного узла в корень.

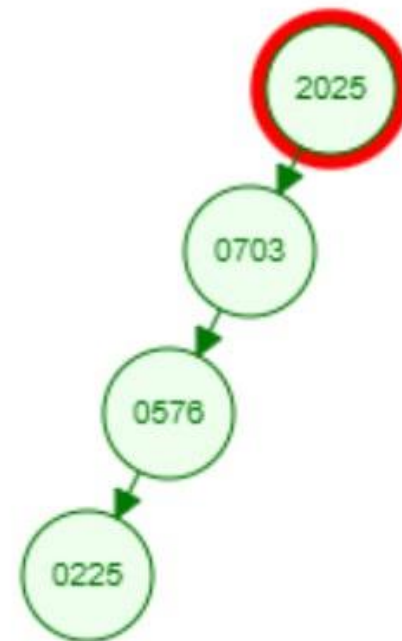
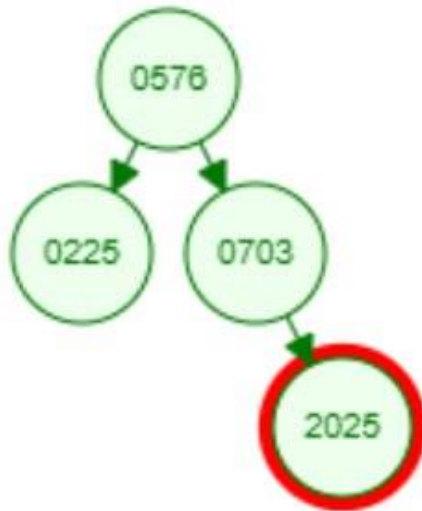




Поиск узла в Splay-дереве осуществляется в три этапа:

1) поиск искомого узла;

2) поднятие искомого узла в корень;



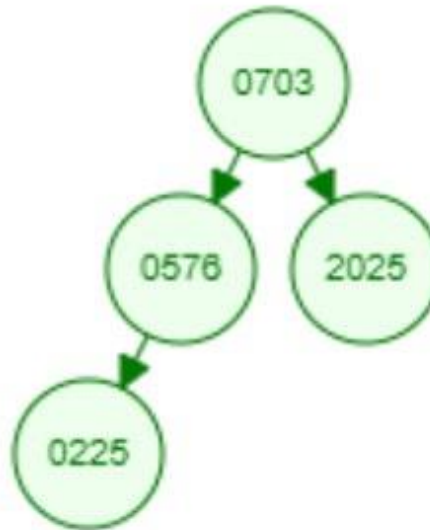
3) метод возвращает ссылку на искомый узел.



## Алгоритм удаления элемента из Splay-дерева

Удаление узла в Splay-дереве осуществляется в три этапа:

- 1) поиск удаляемого узла;
- 2) поднятие узла в корень;
- 3) удаление узла.





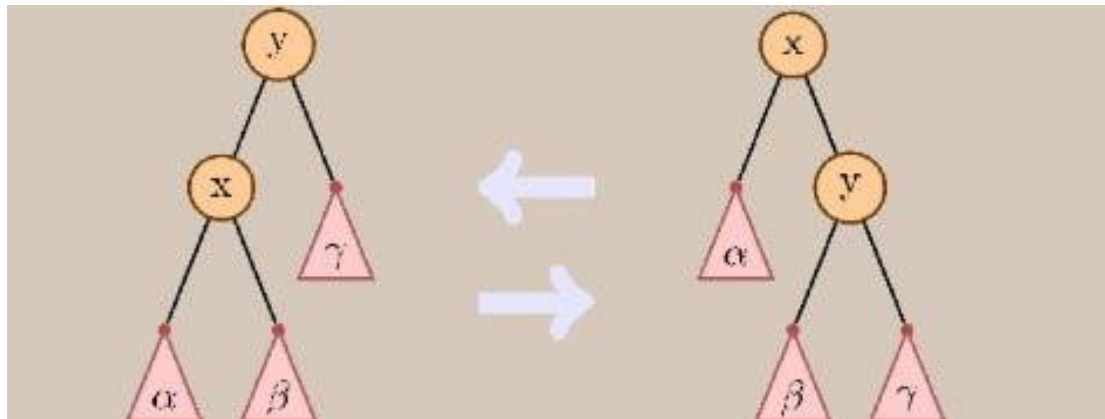


## Алгоритм поднятия узла в корень в Splay-дереве

Поднятие узла в корень в Splay-дереве осуществляется с помощью поворотов.

В Splay-дереве используется 6 видов поворотов:

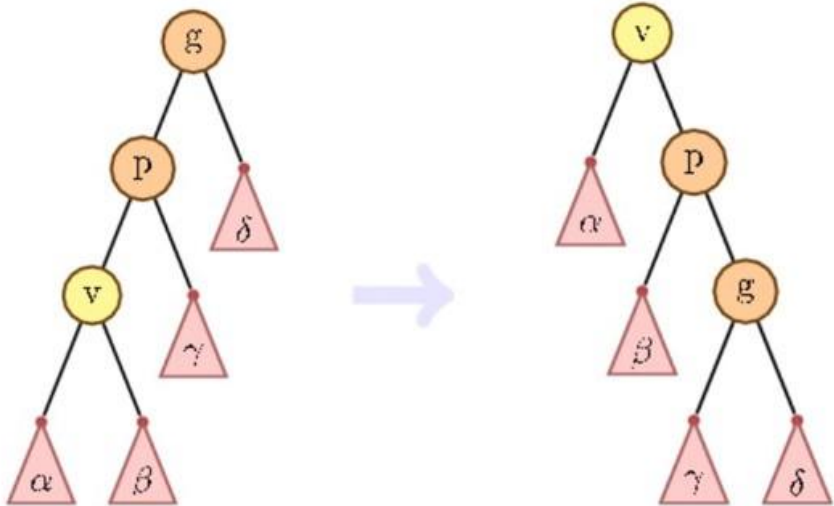
- малый левый поворот (zig);
- малый правый поворот (zag);
- большой левый поворот (zig-zig);
- большой правый поворот (zag-zag);
- левый-правый поворот (zig-zag);
- правый-левый поворот (zag-zig).



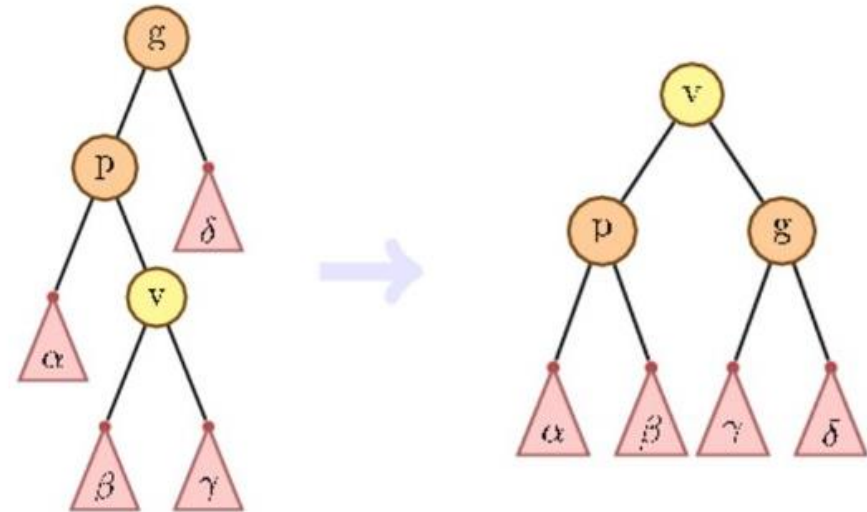
*Малый правый поворот*



## Алгоритм поднятия узла в корень в Splay-дереве



*Большой правый поворот*



*Левый-правый поворот*



Язык программирования	Редактор кода
C++	Visual Studio Code



В курсовой работе было разработано приложение, в котором:

- Программно реализована структура Splay-дерева;
- Реализована программа для поиска информации о поездах на железнодорожном вокзале.



**Постановка задачи:** Имеется автоматизированная информационная система на железнодорожном вокзале, которая содержит сведения об отправлении поездов дальнего следования и организована в виде Splay-дерева. Для каждого поезда указываются номер, станция назначения, время отправления.

Разработать программу, которая обеспечит:

- первоначальный ввод данных в систему и формирование Splay-дерева;
- добавление информации о поездах;
- удаление информации о поездах;
- поиск информации о поезде по его номеру.



## Тестирование программы

### Результат проверки операции добавления:

До добавления  
130 Barnaul 16  
703 Tula 18  
1155 SaintPetersburg 23  
2106 Smolensk 19  
2148 Kemerovo 13  
2252 Kaluga 17  
2536 Surgut 21  
3793 Tyumen 10  
4262 Tyumen 16  
5266 Cheboksary 19

После добавления  
111 SAMARA 13  
130 Barnaul 16  
703 Tula 18  
1155 SaintPetersburg 23  
2106 Smolensk 19  
2148 Kemerovo 13  
2252 Kaluga 17  
2536 Surgut 21  
3793 Tyumen 10  
4262 Tyumen 16  
5266 Cheboksary 19

### Результат проверки операции поиска:

Поиск  
130 Barnaul 16  
703 Tula 18  
1155 SaintPetersburg 23  
2106 Smolensk 19  
2148 Kemerovo 13  
2252 Kaluga 17  
2536 Surgut 21  
3793 Tyumen 10  
4262 Tyumen 16  
5266 Cheboksary 19

IT IS EXISTS  
703 Tula 18

### Результат проверки операции удаления:

До удаления  
130 Barnaul 16  
703 Tula 18  
1155 SaintPetersburg 23  
2106 Smolensk 19  
2148 Kemerovo 13  
2252 Kaluga 17  
2536 Surgut 21  
3793 Tyumen 10  
4262 Tyumen 16  
5266 Cheboksary 19

После удаления  
130 Barnaul 16  
1155 SaintPetersburg 23  
2106 Smolensk 19  
2148 Kemerovo 13  
2252 Kaluga 17  
2536 Surgut 21  
3793 Tyumen 10  
4262 Tyumen 16  
5266 Cheboksary 19



В процессе выполнения курсовой работы было сделано следующее:

- Изучена структура данных Splay-дерева, ее особенности и свойства;
- Проведен анализ алгоритма добавления элемента в Splay-дерево;
- Проведен анализ алгоритма поиска элемента в Splay-дереве;
- Проведен анализ алгоритма удаления элемента из Splay-дерева;
- Проведена оценка трудоемкости и асимптотической сложности алгоритмов работы со Splay-деревьями;
- Спроектировано, разработано и протестировано приложение, использующее Splay-дерево для поиска информации о поездах на железнодорожном вокзале.



**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

**БЛАГОДАРЮ  
ЗА ВНИМАНИЕ!**

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086  
Тел.: +7 (846) 335-18-26 , факс: +7 (846) 335-18-36  
Сайт: [www.ssau.ru](http://www.ssau.ru), e-mail: [ssau@ssau.ru](mailto:ssau@ssau.ru)