

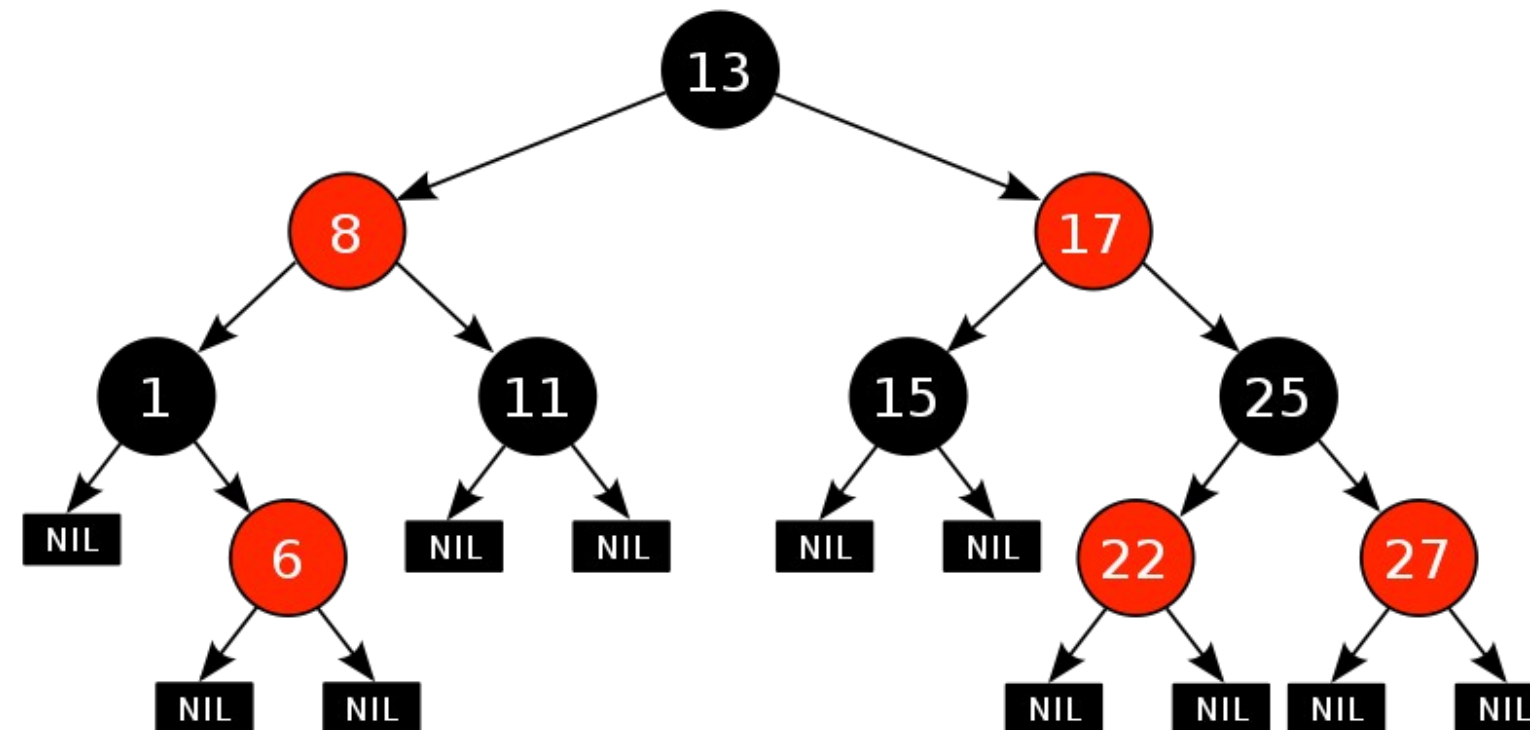
Основы программного конструирования

ЛЕКЦИЯ №8

10 АПРЕЛЯ 2023

Красно-Черные деревья

Red-Black trees



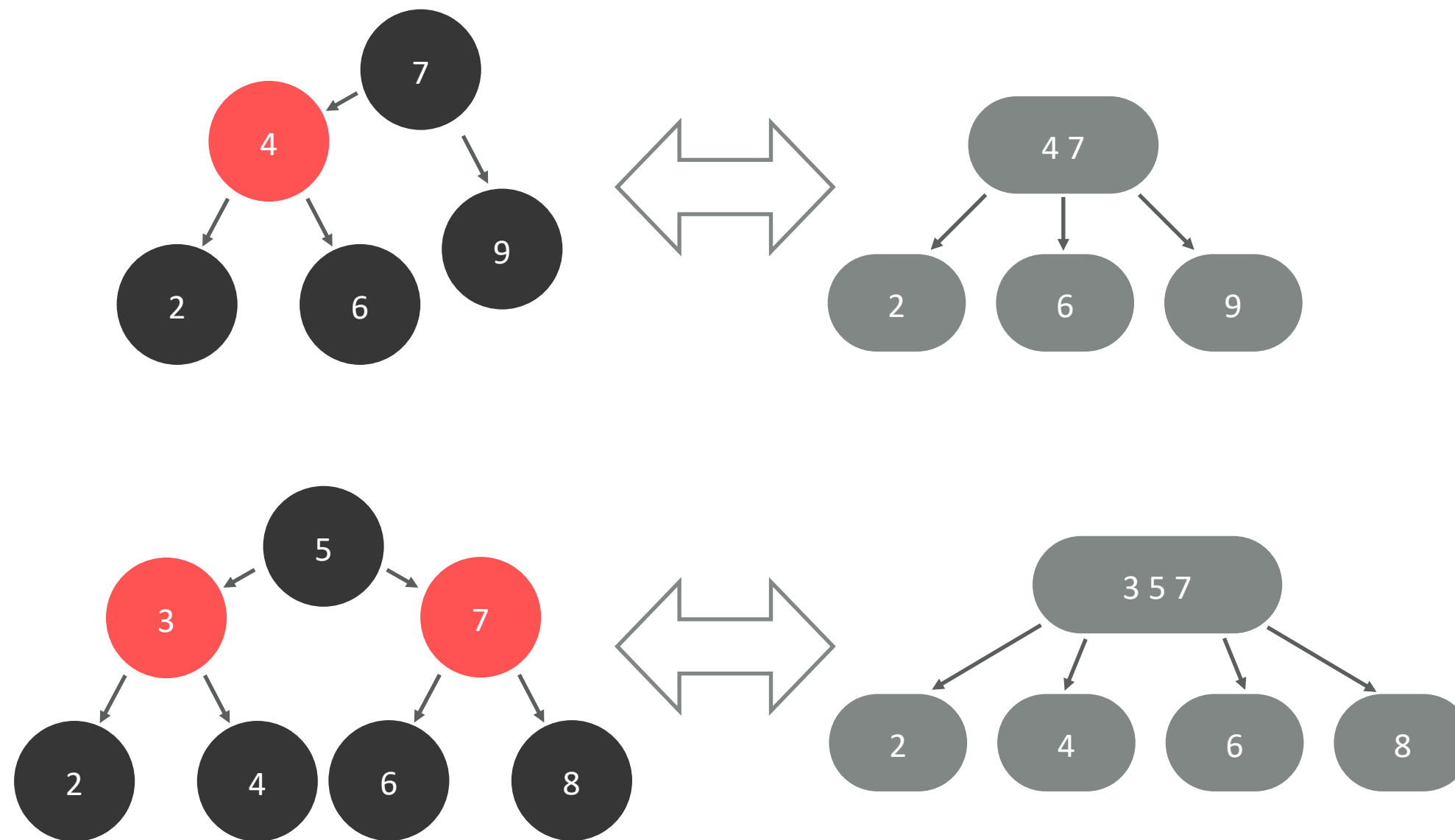
1. Все узлы либо **красные**, либо черные. Корень черный.
2. Потомки **красного** узла черные.
3. Все листья (NIL) черные.
4. Пути от любого узла до потомков содержат одинаковое количество **черных** узлов.
5. (Следствие) Пути от корня до двух любых узлов отличаются не более чем в 2 раза.

RB Tree: анализ

- Описаны и изучены в 1970-ые, с тех пор стандарт де-факто.
- Производительность сравнима с AVL-деревьями.
- Реализация сложна. Шесть возможных случаев вставки и симметричные им...
 - И еще столько же на удаление...

RB как 2-3-4

Красный узел будем интерпретировать как часть родителя, а не как отдельный узел:



RB вставка

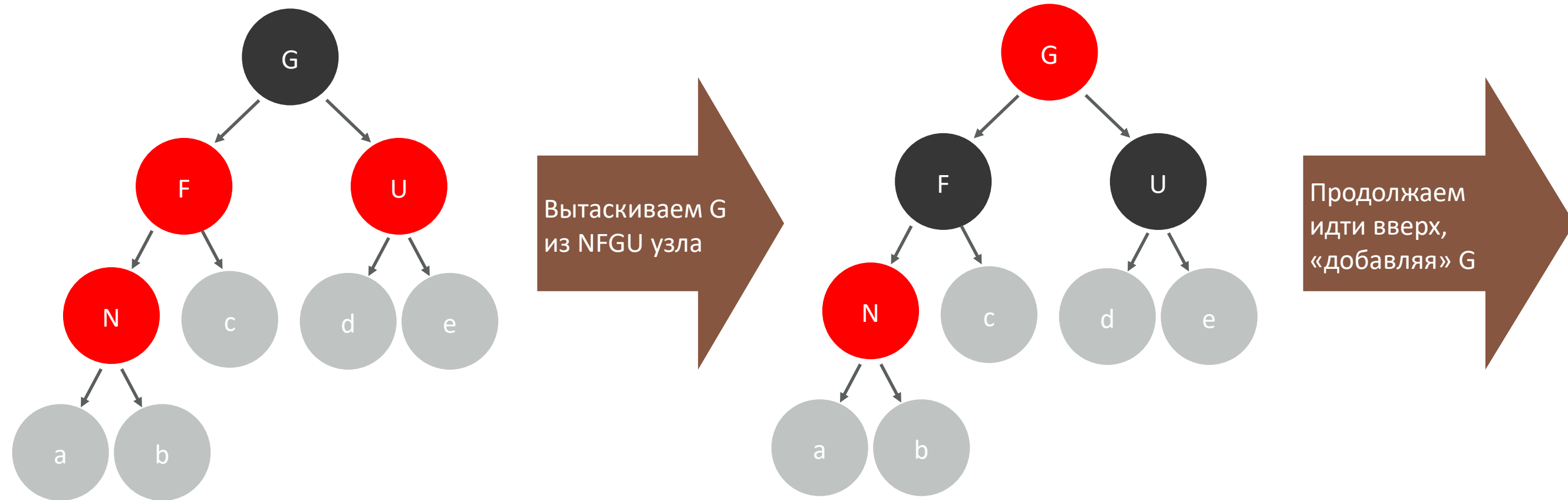
Вставляемый узел – **красный**.

Вставка в корень – нет проблем (красим в черный цвет).

Вставка, когда отец черный – нет проблем.

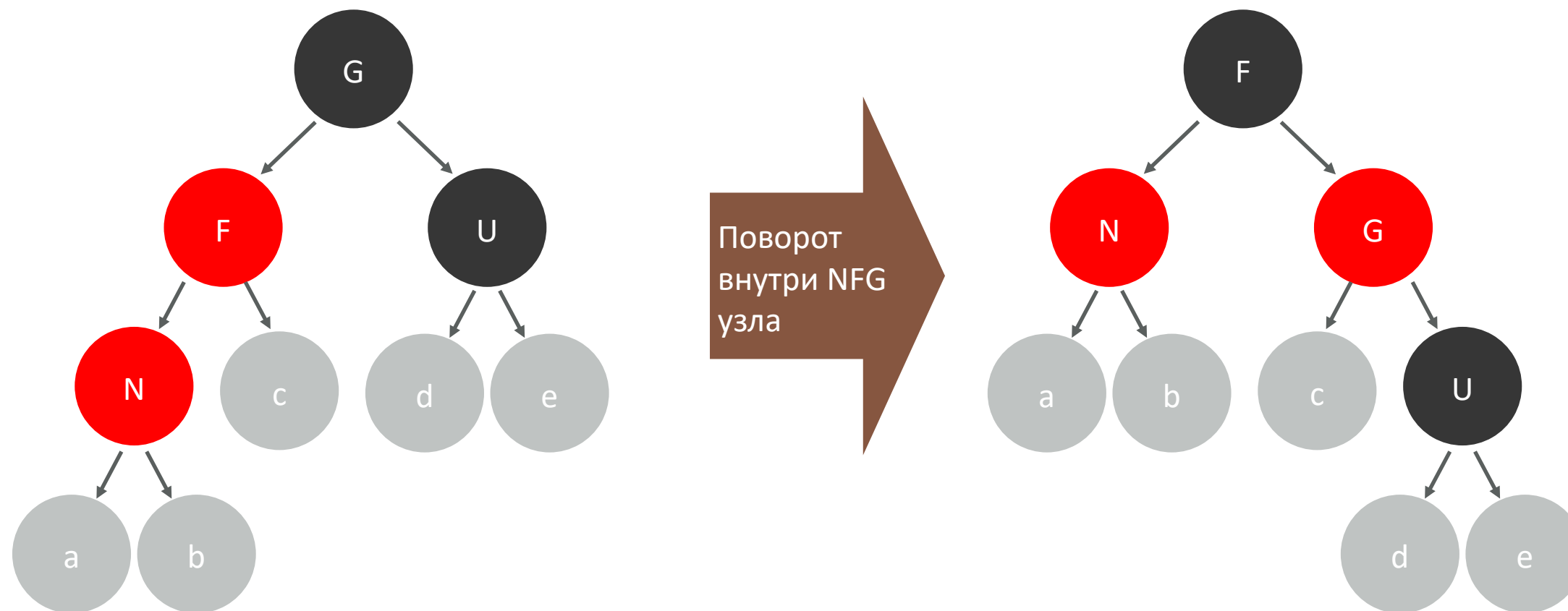
Если отец **красный**, то...

RB вставка: отец и дядя **красные**



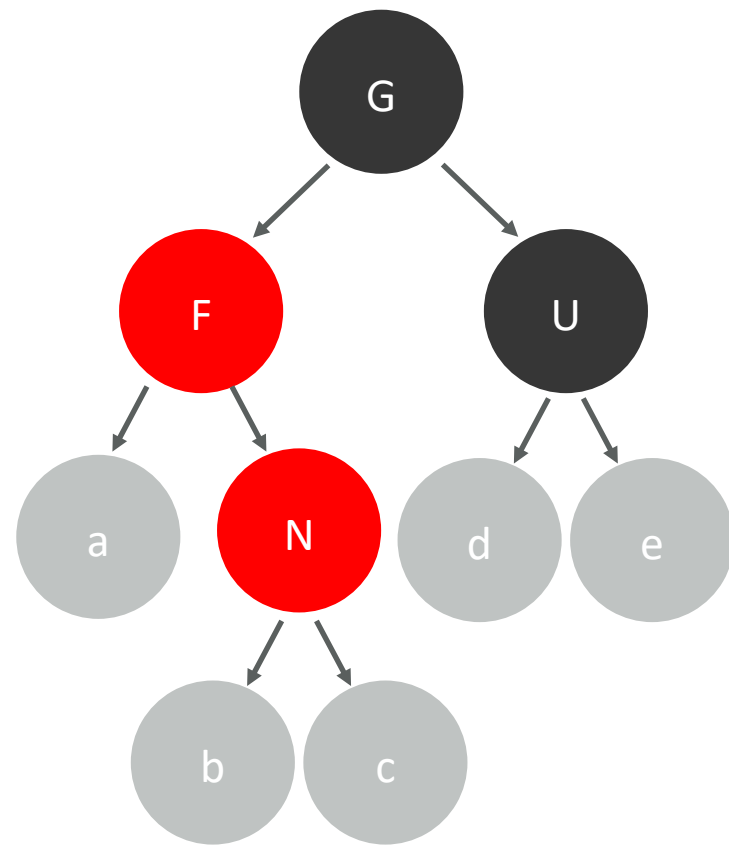
N – new, F – father, U – uncle, G – grandfather

RV вставка: Дядя **черный** (НОВЫЙ СЛЕВА)

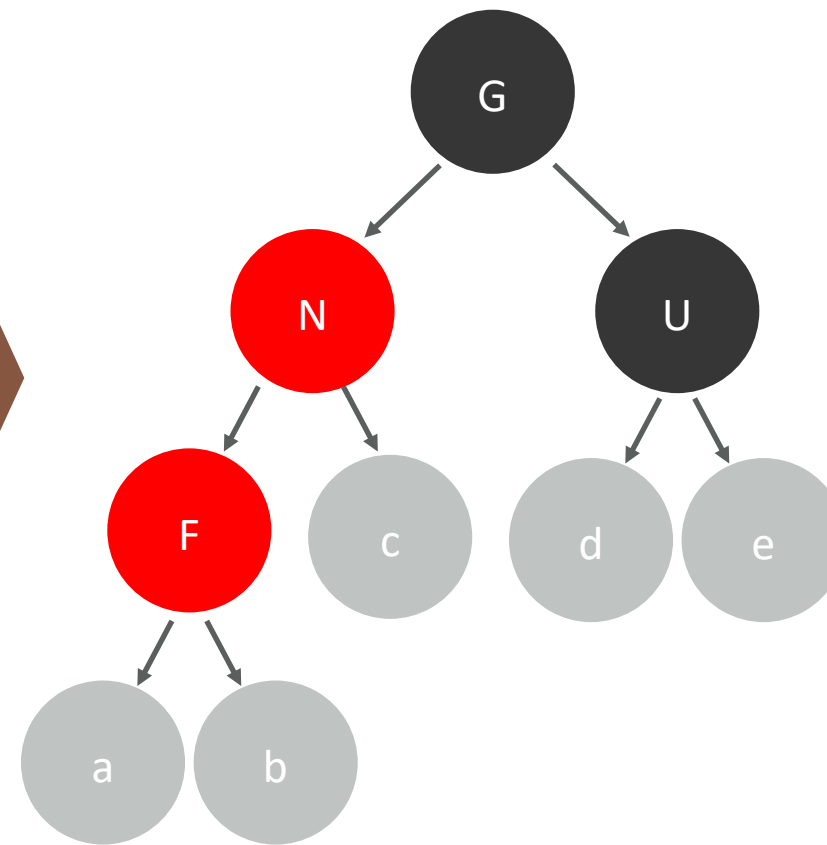


N – new, F – father, U – uncle, G – grandfather

RV вставка: Дядя **черный** (НОВЫЙ СПРАВА)



Поворот
внутри NFG
узла



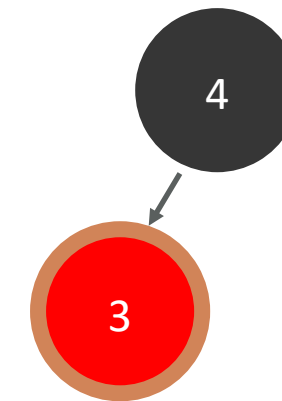
См.
предыдущий
слайд

N – new, F – father, U – uncle, G – grandfather

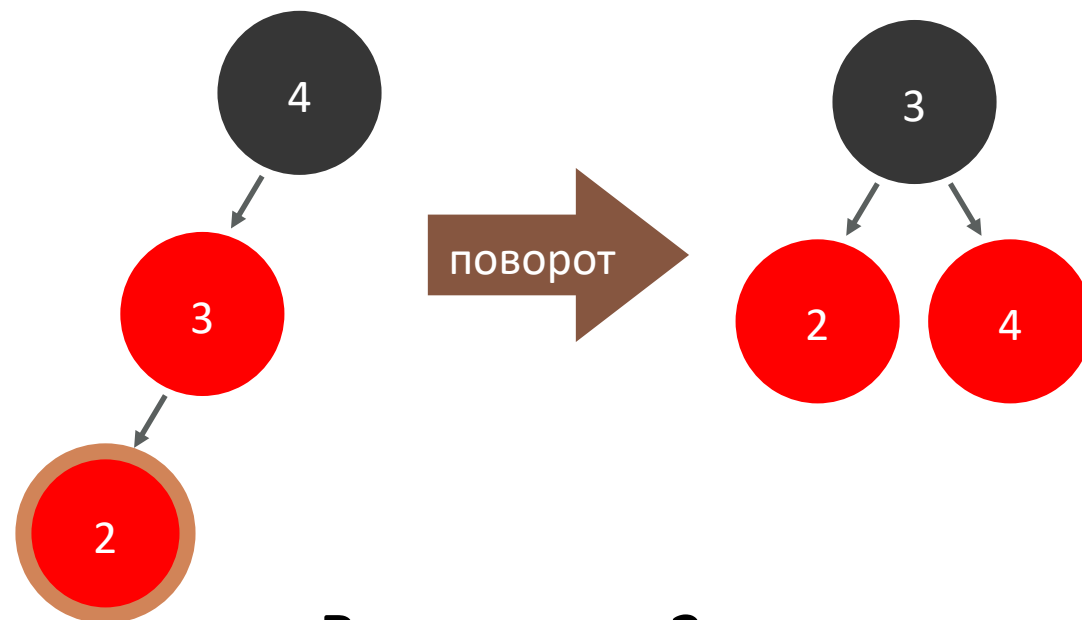
Пример RB



Вставляем 4



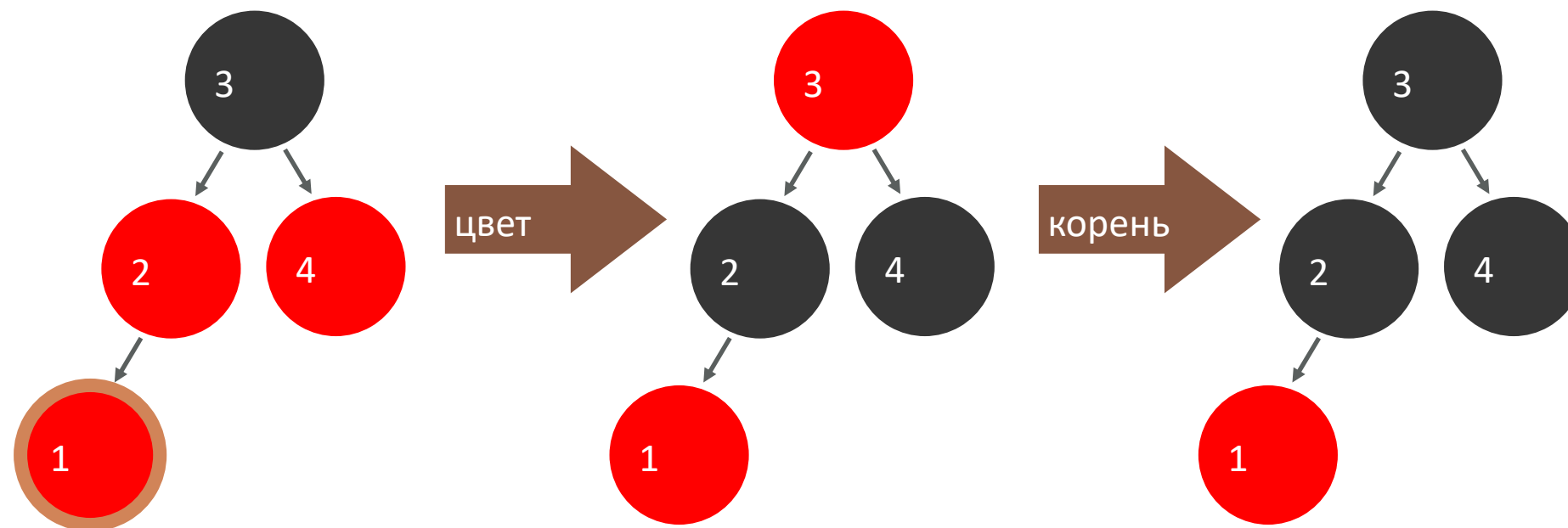
Вставляем 3



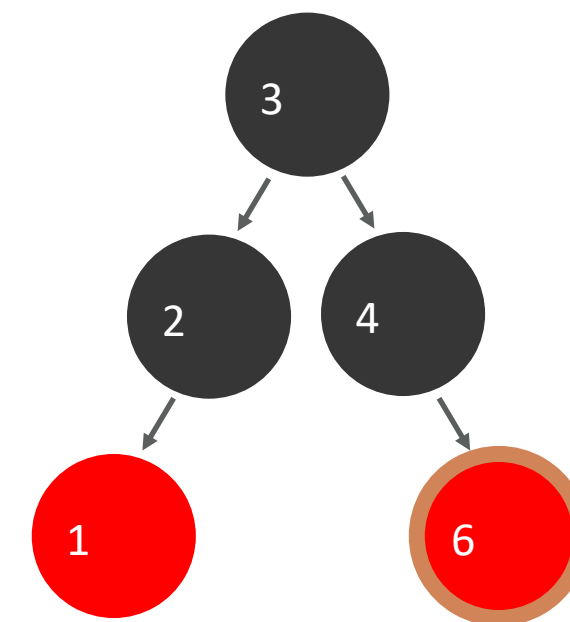
Вставляем 2

Пример RB

Вставляем 1

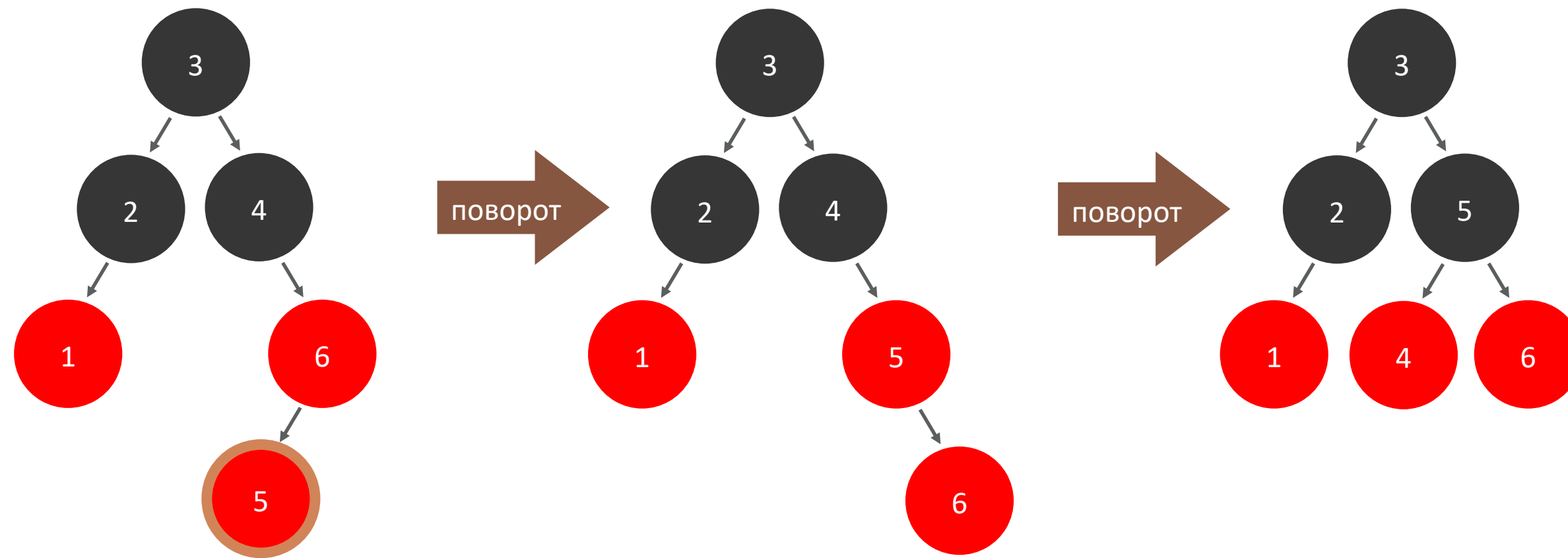


Вставляем 6



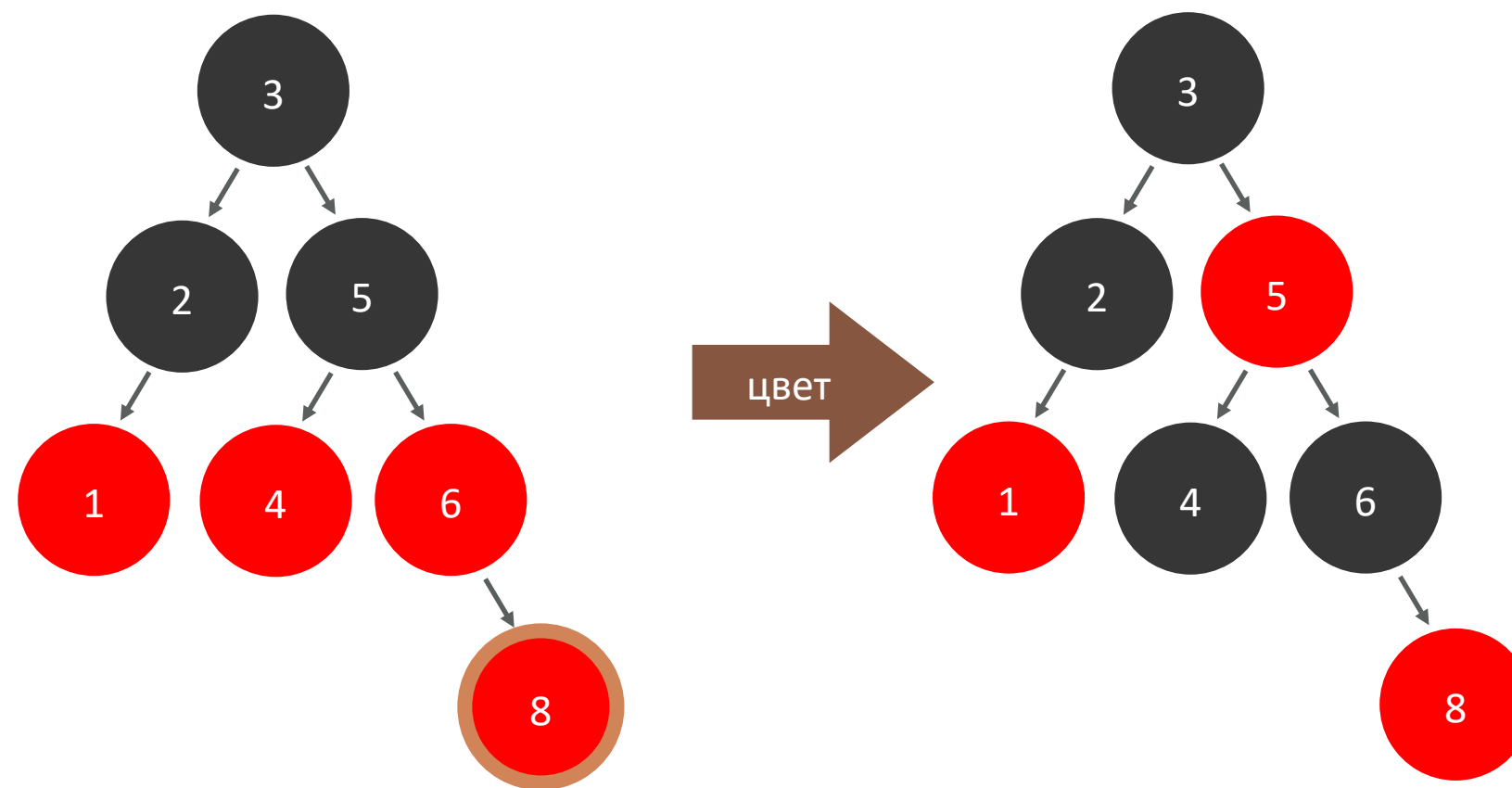
Пример RB

Вставляем 5



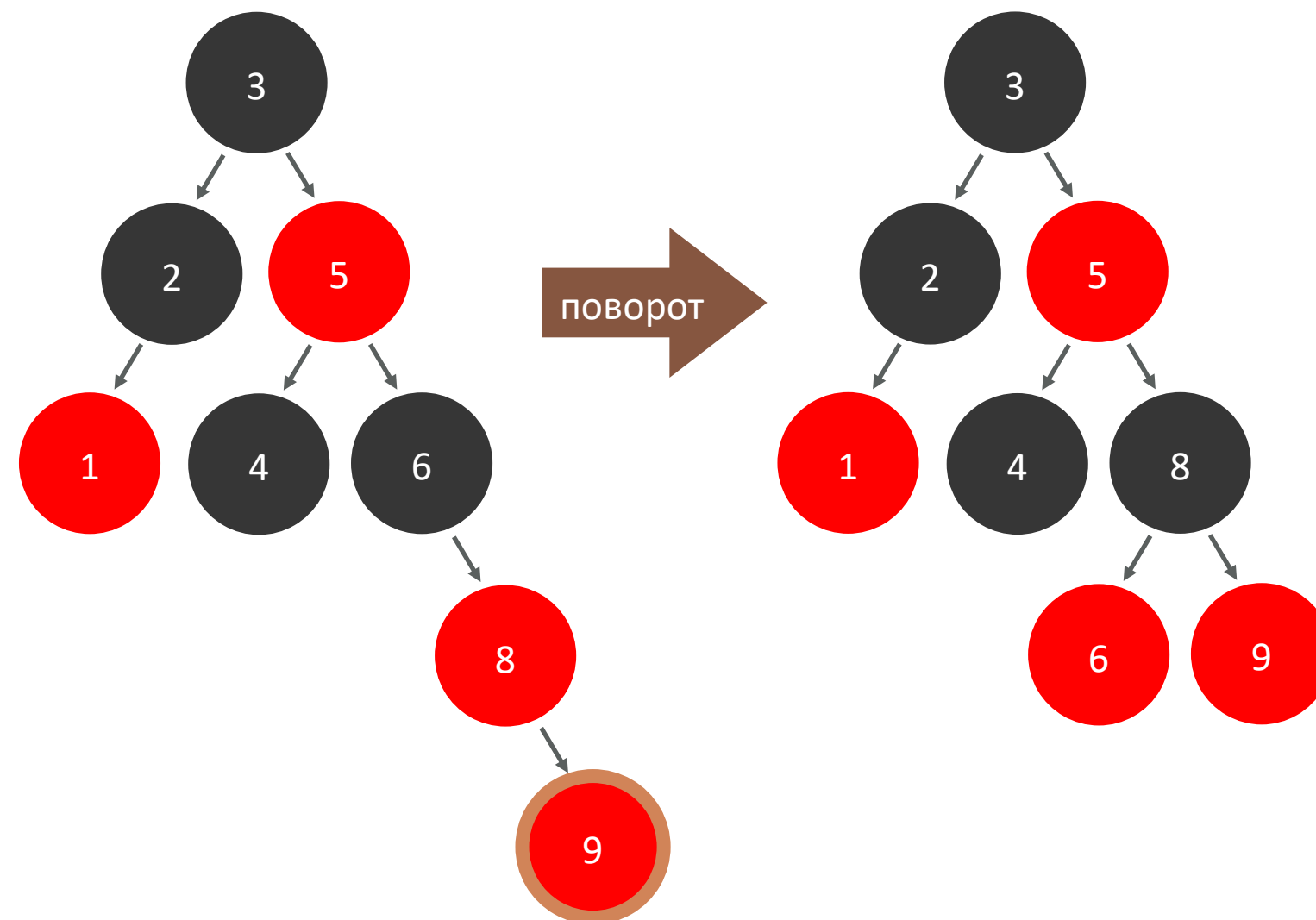
Пример RB

Вставляем 8



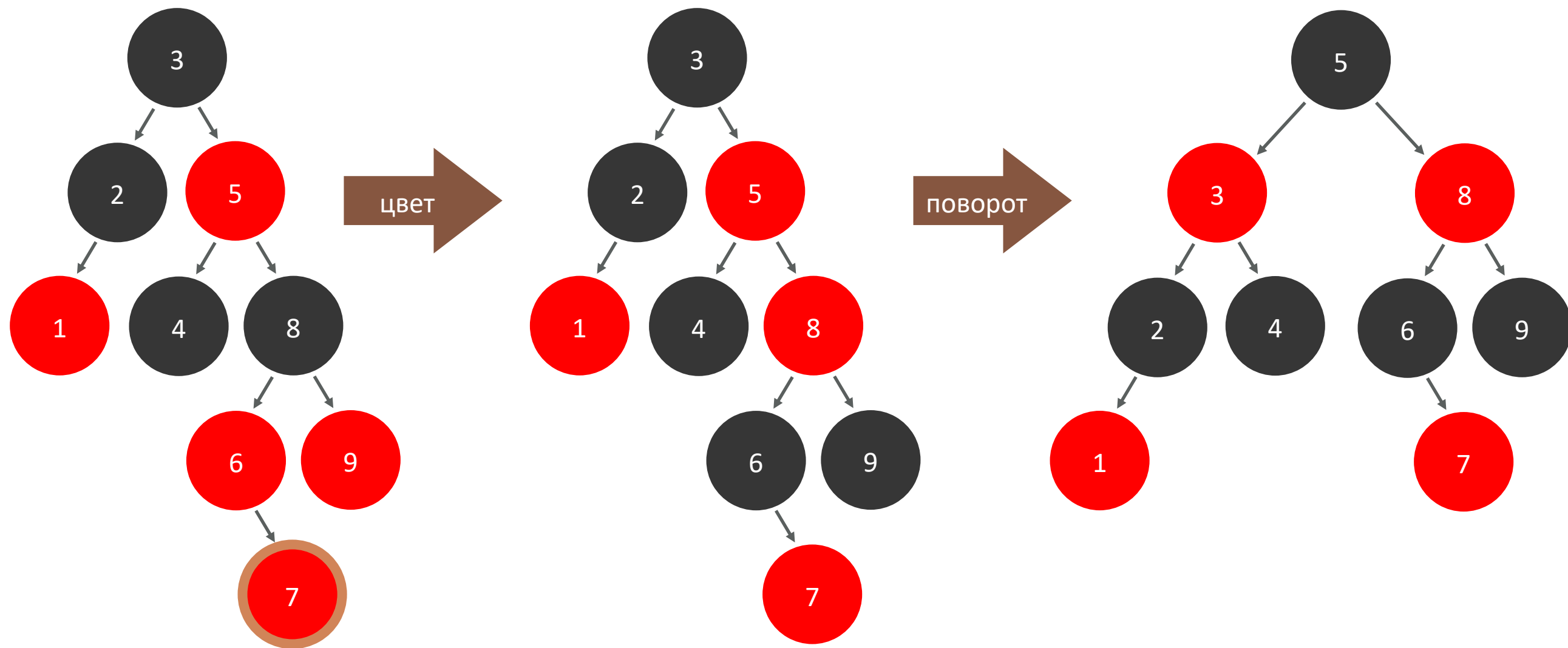
Пример RB

Вставляем 9



Пример RB

Вставляем 7



не-деревья и не-поиска

Префиксное дерево (Бор, trie)

A: 15

inn: 9

to: 7

tea: 3

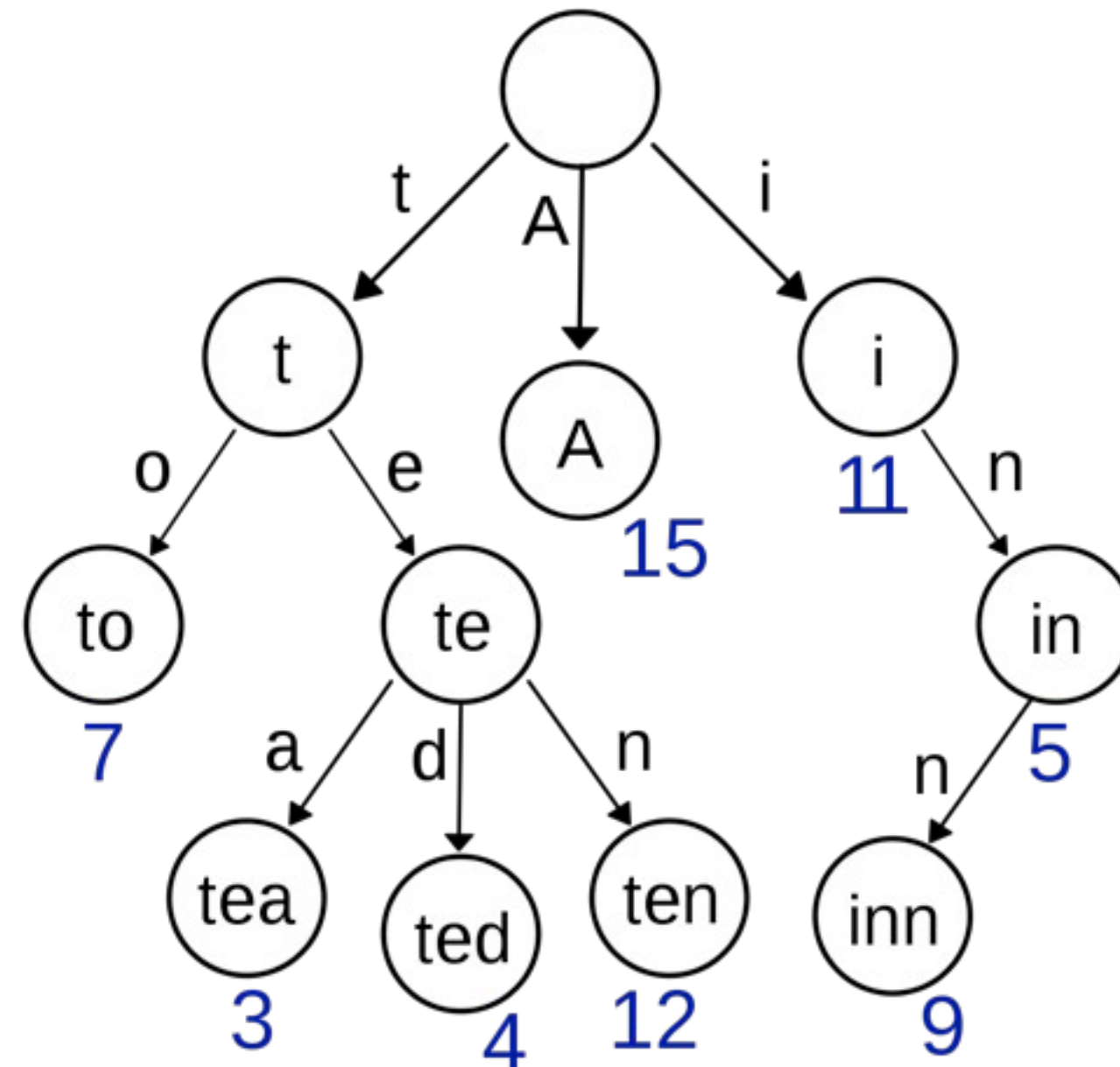
ted: 4

ten: 12

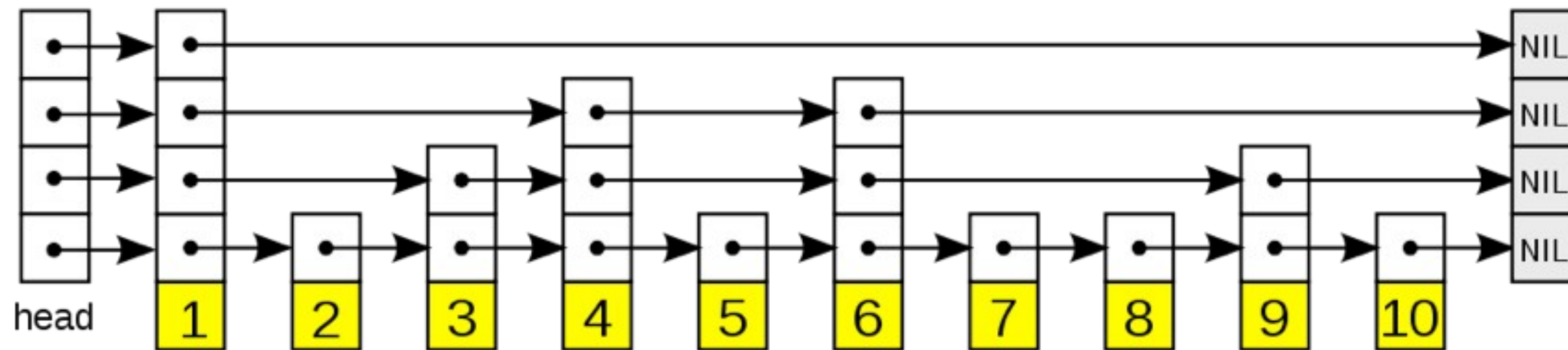
i: 11

in: 5

Сложность вставки и поиска?
 $O(\text{длины строки})$



Слоеные списки (Skip list)



Нижний список всегда содержит все элементы.

Вероятность попадания в список уровнем выше – p
($p=1/2$ или $1/4$). Еще выше – p^2 и т.д. (кидаем монету).

При удалении элемента удаляем его из всех списков.

На сегодня
все