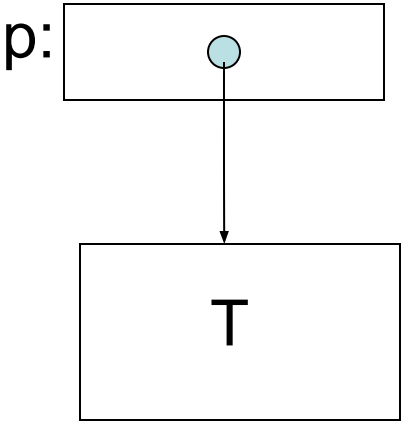
Распределение памяти

Время существования объекта:

- Глобальные объекты – существующие всё время исполнения программы
- Локальные объекты процедур – существующие во время исполнения функции
- Динамические объекты – появляются по специальному запросу в «куче»
  - исчезают по специальному запросу
  - исчезают автоматически после того, как становятся недоступными (автоматическая сборка мусора)

Создание и удаление нового объекта (Pascal)

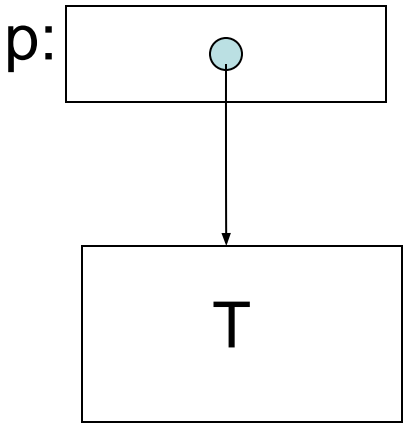
```
var p : ^T;
…
new(p);
…
dispose(p)
```



- new(p)
  - размещается память для хранения объекта типа T
  - указателю p присваивается ссылка на новый анонимный объект
- dispose(p)
  - память освобождается для дальнейшего переиспользования

Создание и удаление нового объекта (C)

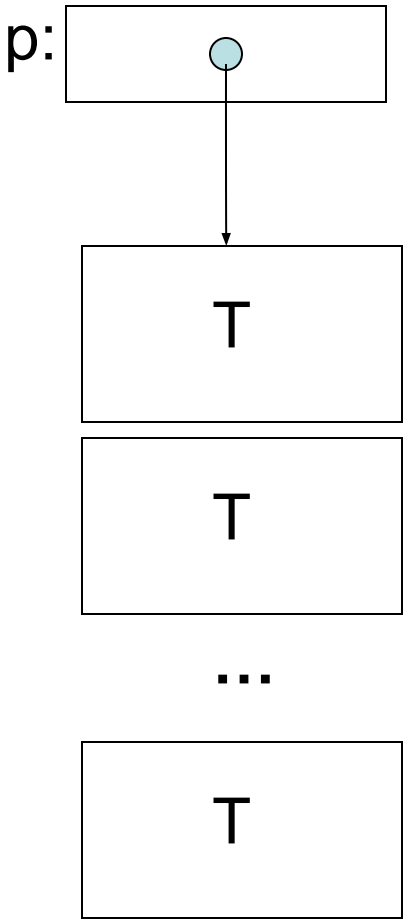
```
// Полезный макрос
#define new(x)  x = malloc(sizeof(*x))
T * p;
…
new(p);
…
free(p);
```



- new(p)
  - размещается память для хранения объекта типа T
  - указателю p присваивается ссылка на новый анонимный объект
- free(p)
  - память освобождается для дальнейшего переиспользования

Создание и удаление массива (C)

```
// Полезный макрос
#define newarray(a,n)  a = calloc(sizeof(*p),n)
T * p;
…
newarray(p, N);
…
free(p);
```



- new(p)
  - размещается память для хранения N объектов типа T
  - указателю p присваивается ссылка на первый новый анонимный объект
- free(p)
  - память освобождается для дальнейшего переиспользования

Накладные расходы

- Дополнительная память для организации кучи
- Сам указатель занимает место (возможно большее, чем размещаемый объект)

```
char * p;
new(p);
```

- Управление размещением памятью – сложные операции
- Фрагментация – свободная память есть, но слишком мелкими кусками

Типичные ошибки

- new(p);
  q = p;
  free(p);
  free(q);

- new(p);
  new(p);

- p = NULL;
  free(p);

- p = &x;
  free(p);

- newarray(p,10);
  p++;
  free(p);

- new(p);
  p->a = 5;
  free(p);
  if (p->a == 5) …

Автоматическая сборка мусора

- Можно считать, что динамически размещённый объект существует до конца исполнения программы
- Позволяет избежать большинство самых «трудных» ошибок
  - проявляются не всегда
  - не воспроизводятся
  - проявляются далеко от места ошибки и не связаны явно с распределением памяти
- Доступна в Lisp, Oberon, Visual Basic, C#, …. и эффективна

Автоматическая сборка мусора

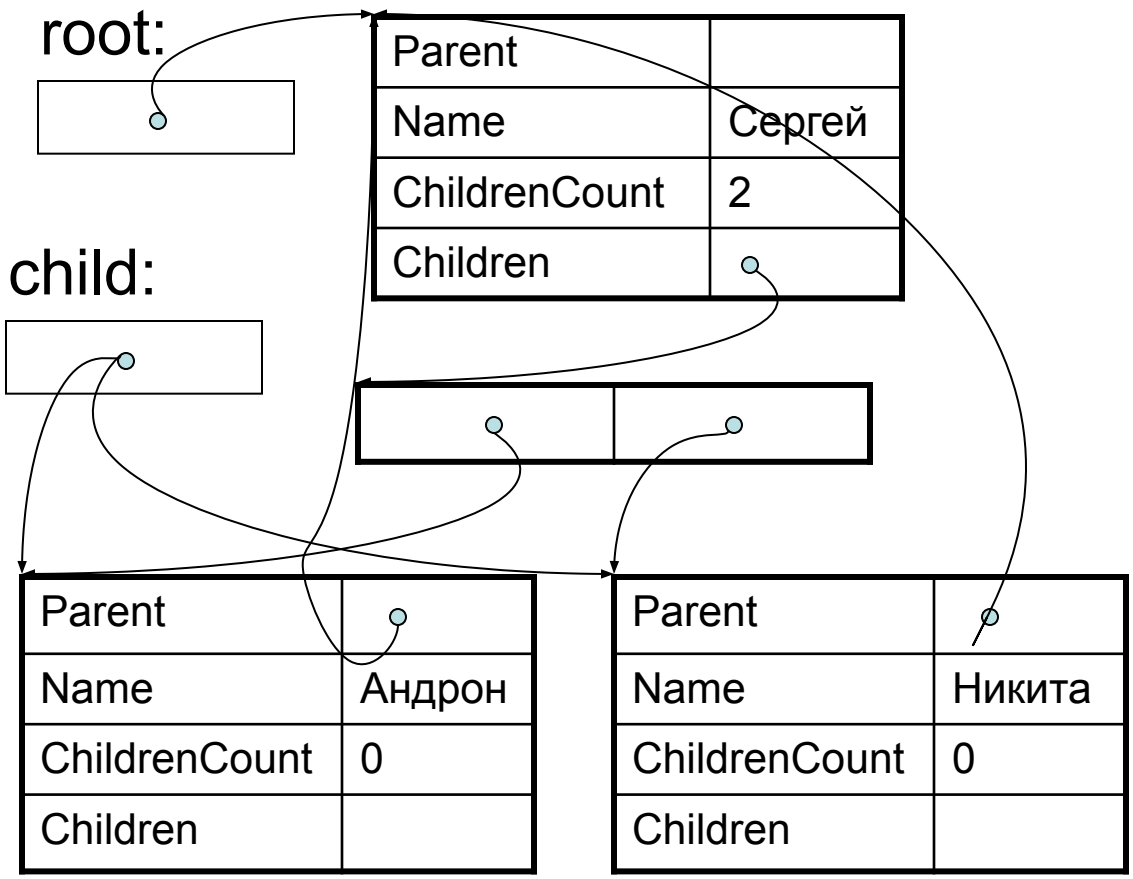
- Всё-таки весьма сложна
- Случается в непредсказуемые моменты времени

Пример - дерево

- В корне дерева хранится информация об имени
- Для каждого узла дерева – ссылка на родителя
- Для каждого узла дерева – ссылки на произвольное количество детей

Пример

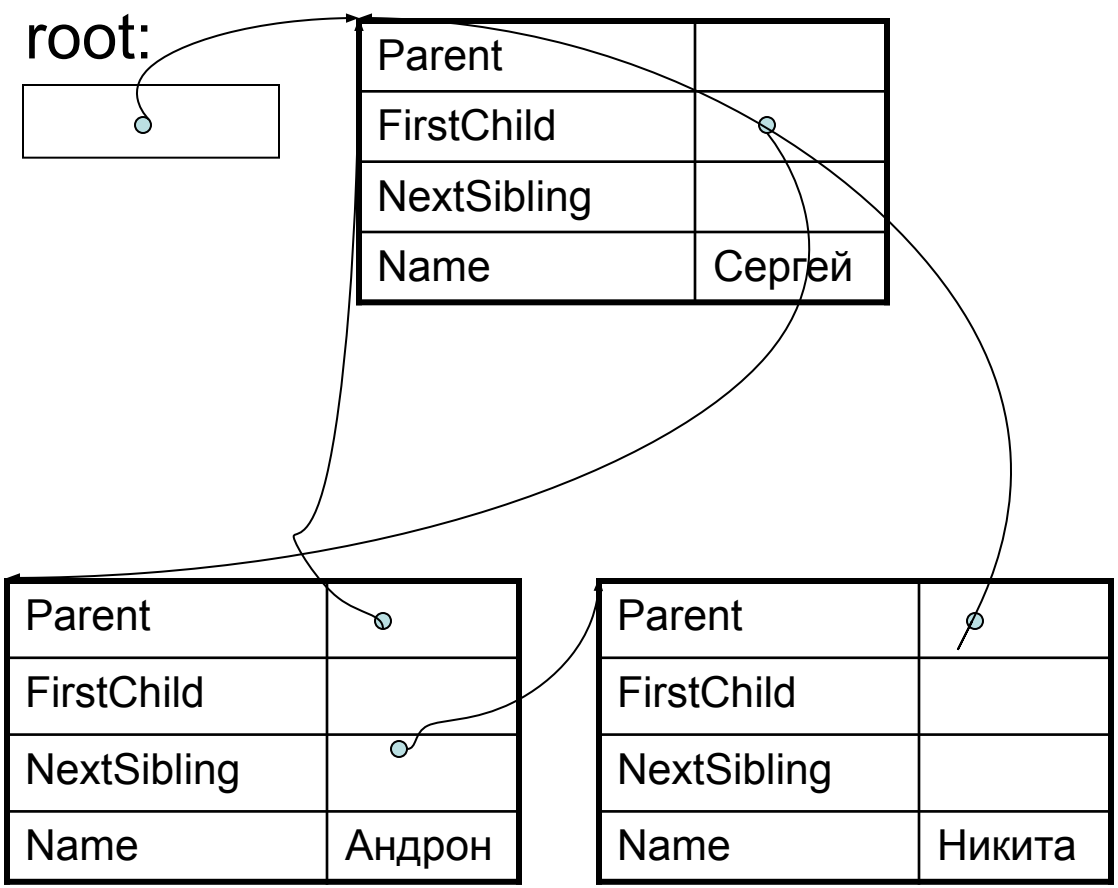
```
struct Person
{
   struct Person * Parent;
   char Name[32];
   unsigned int ChildrenCount;
   struct Person * Children;
} * root, * child;

new(root);
root->Parent = NULL;
strcpy(root->Name, “Сергей”);
root->ChildrenCount = 2;
newarray(root->Children,2);
child = new(root->Children[0]);
strcpy(child->Name, “Андрон”);
child->ChildrenCount = 0;
child->Children = NULL;
child->Parent = root;
child = new(root->Children[1]);
strcpy(child->Name, “Никита”);
child->ChildrenCount = 0;
child->Children = NULL;
child->Parent = root;
```



Цикл: root->Children[1].Parent == root

Пример – кодирование двоичным деревом

```
struct Person
{
   struct Person * Parent,
        * FirstChild,
        * NextSibling;
   char Name[32];
} * root;
```



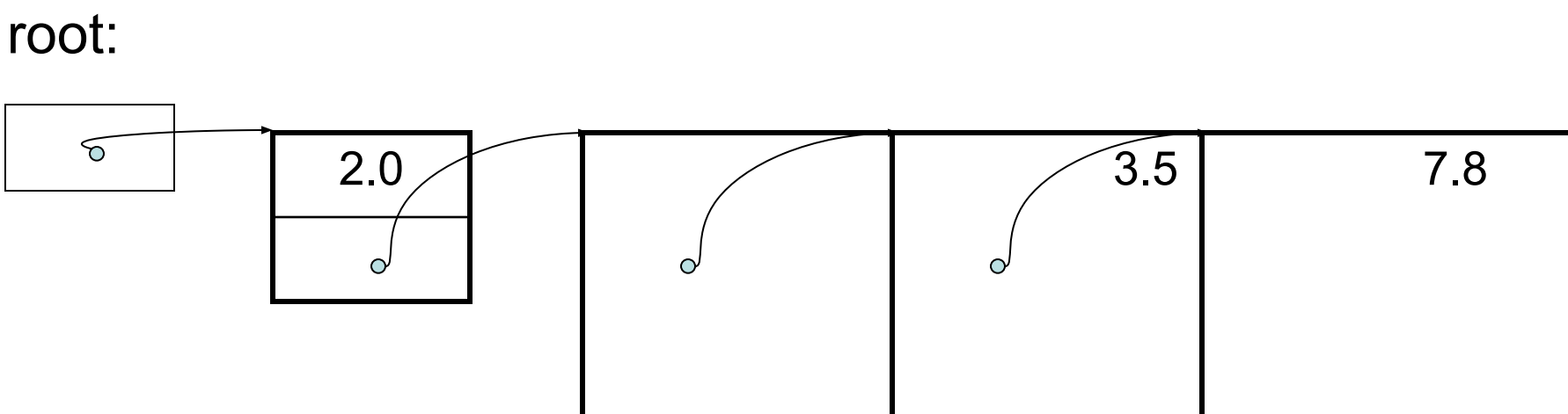
Сравнение

- ChildrenCount, Children
  - Накладные расходы: $14N - 4$
  - Быстрый способ узнать количество детей
  - Быстрый доступ к любому поддереву
- FirstSibling, NextSibling
  - Накладные расходы $12N$
  - Простота вставки поддерева

Односвязные списки

```
typedef double T;

typedef struct ListElem{
   T info;
   struct ListElem * next;
} *List;

List root;
```

- info – информация, содержащаяся в элементе списка
- next – ссылка на следующий элемент



Односвязные списки - примеры

- Подсчёт количества элементов
- Сумма элементов списка

```
int cnt = 0;
for (List p = root; p!=NULL; p=p->next)
  ++ cnt;
```

```
T sum = 0;
for (List p = root; p!=NULL; p=p->next)
  sum += p->info;
```

Односвязные списки – стек (магазин, LIFO)

- Добавление элемента x в начало списка (push)
- Получение значения первого элемента (top)
- Удаление первого элемента (pop)
- Проверка пустоты стека (empty)

```
List tmp;
new(tmp);
tmp->info = x;
tmp->next = root;
root = tmp;
```

```
root->info
```

```
List tmp = root->next;
free(root);
root = tmp;
```

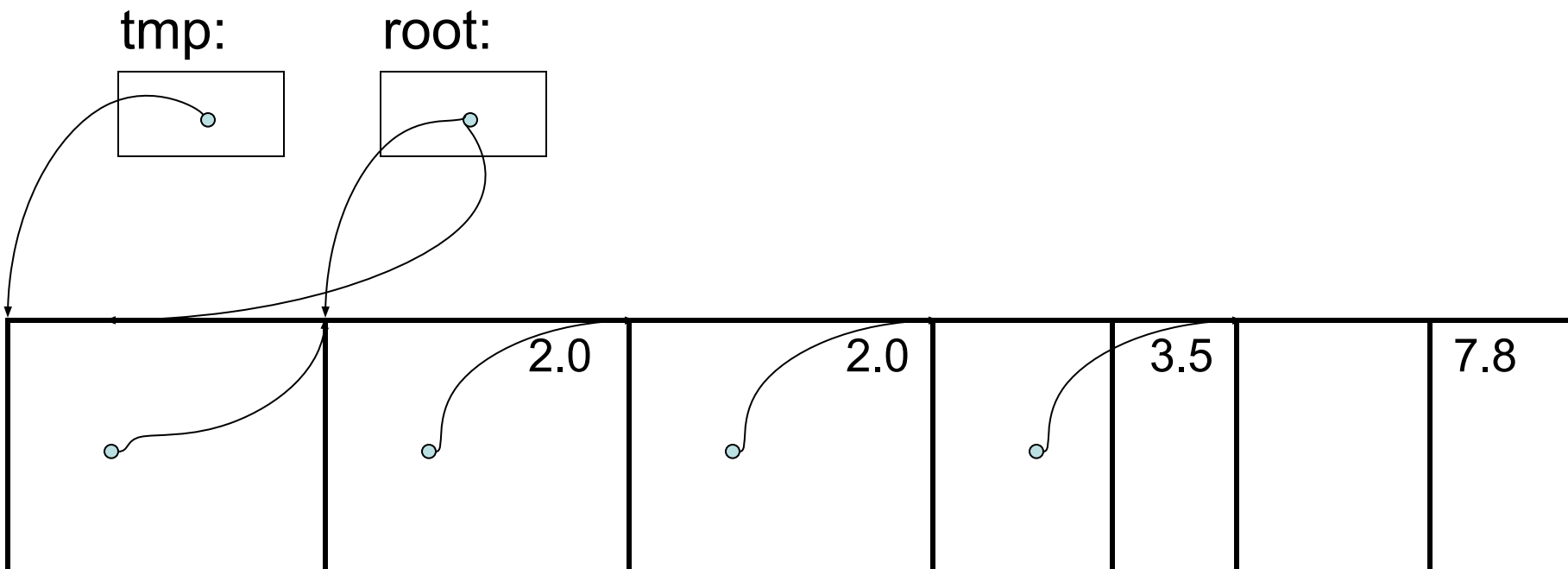
```
root == NULL
```

LIFO = Last In - First Out

Односвязные списки – стек (магазин, FIFO)

- Добавление элемента x в начало списка (push)

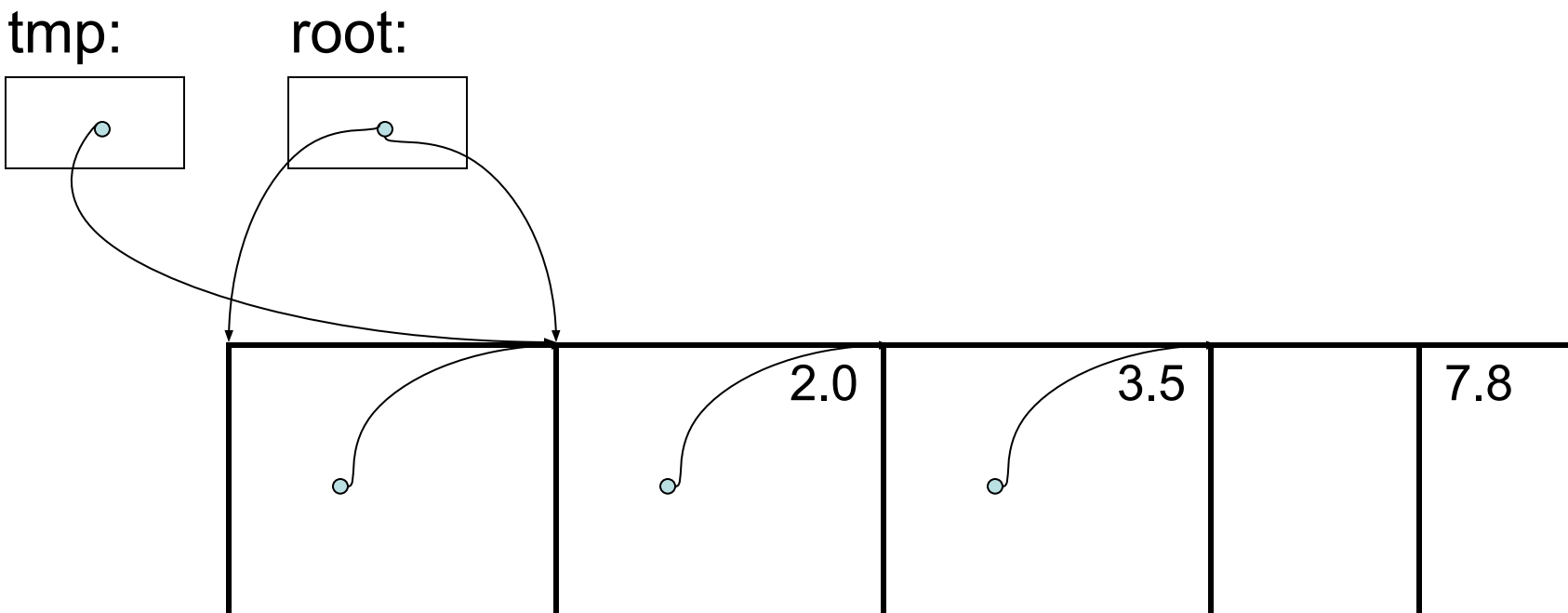
```
List tmp;
new(tmp);
tmp->info = x;
tmp->next = root;
root = tmp;
```



Односвязные списки – стек (магазин, FIFO)

- Удаление первого элемента (pop)

```
List tmp = root->next;
free(root);
root = tmp;
```

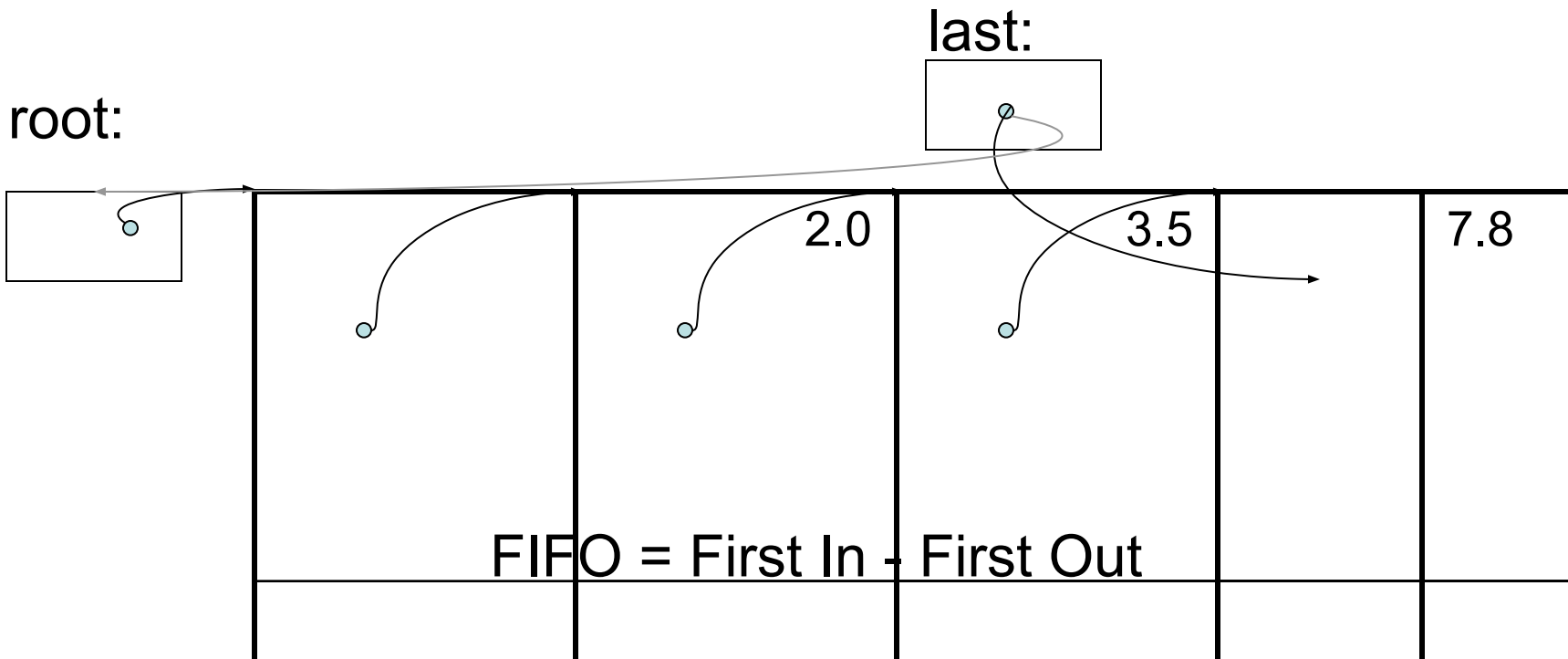


Односвязные списки – очередь (FIFO)

- Добавление элемента – в конец очереди

  List * last = &root;

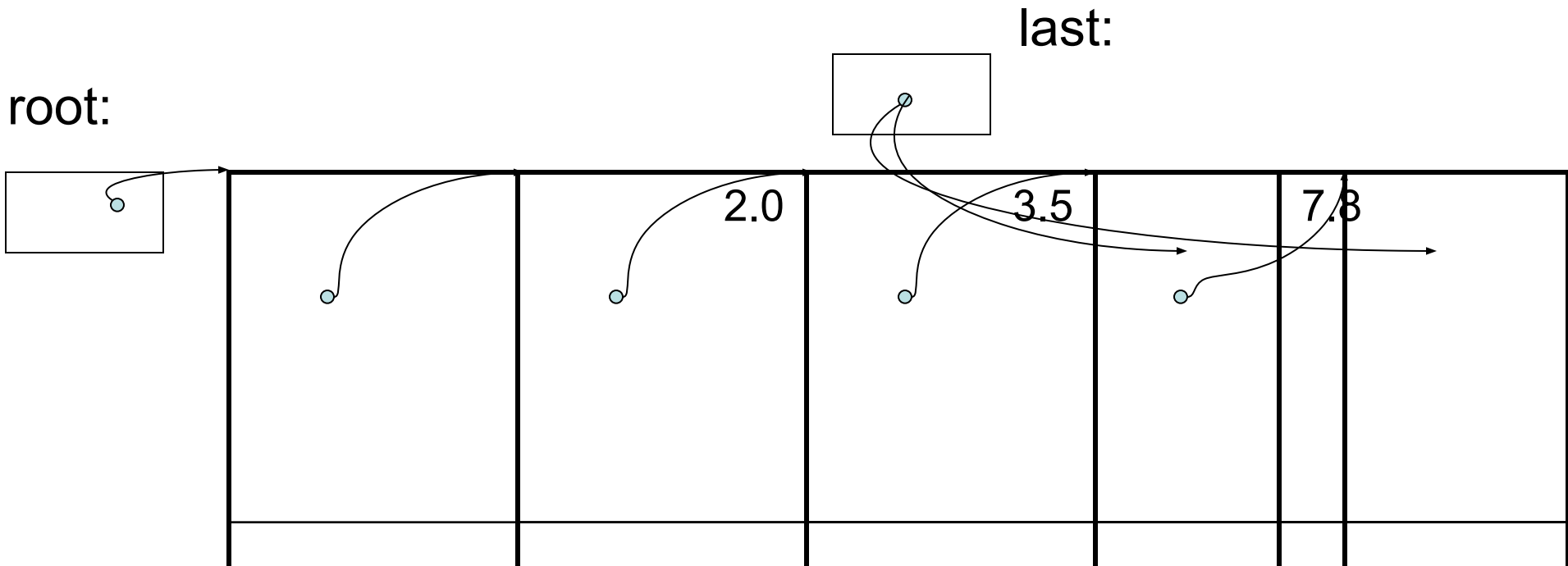
- «Обслуживание» - из начала очереди



Односвязные списки – очередь (LIFO)

- Добавление элемента x в конец списка

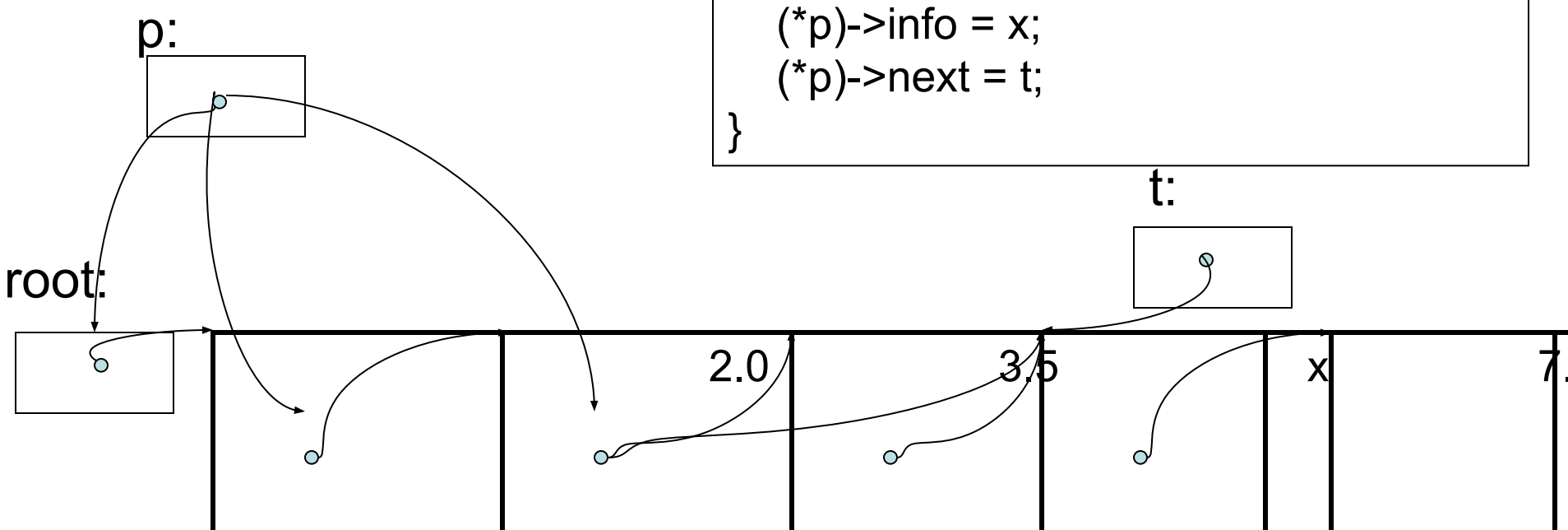
```
new(*last);
(*last) -> info = x;
(*last) -> next = NULL;
last = &((*last)->next)
```



Упорядоченные односвязные списки

- Добавление элемента x (равного 5.0)

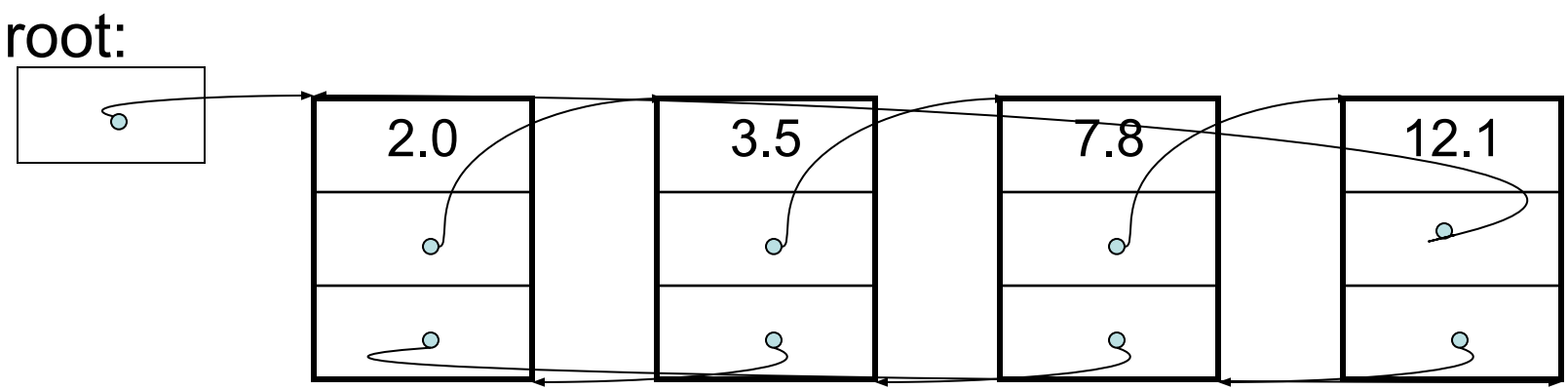
```
List * p = & root;
while (*p != NULL && (*p)->info < x)
    p = &((*p)->next);
if (*p==NULL || ((*p)->info != x))
{
    List t = *p;
    new(*p);
    (*p)->info = x;
    (*p)->next = t;
}
```



Двусвязные циклические списки

```
typedef double T;

typedef struct ListElem{
   T info;
   struct ListElem * next, * prev;
} *List;

List root;
```

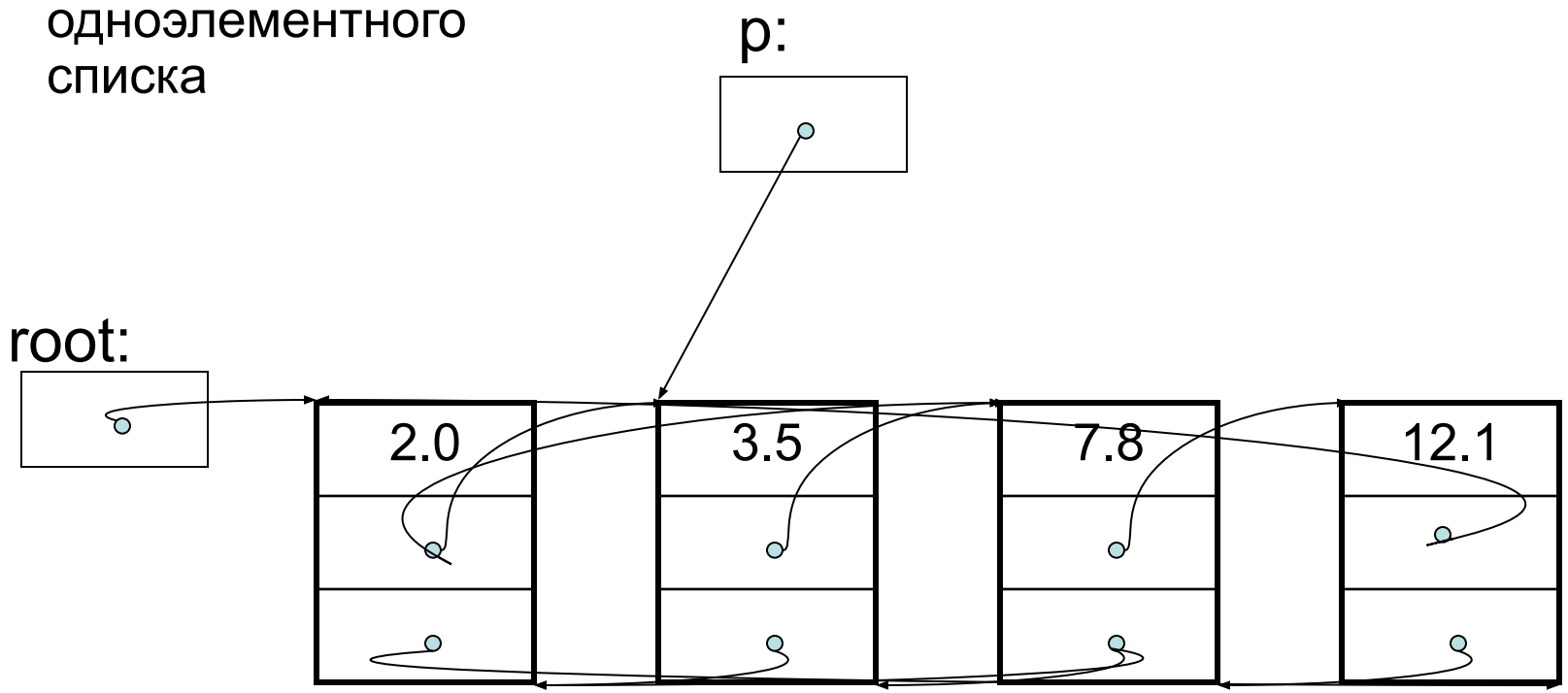
- Дополнительная ссылка на предыдущий элемент
- Следующий последнего – первый
- Предыдущий первого - последний



Двусвязные циклические списки

- Удаление элемента, заданного ссылкой p
- Особо рассмотреть случай одноэлементного списка

```
p->prev->next = p->next;
p->next->prev = p->prev;
free(p);
```



Прочие структуры данных

- Двоичные деревья
  - ссылка на правое поддерево
  - ссылка на левое поддерево
- «Вагонная» память – оба конца списка равноправны:
  - добавлять
  - удалять
  - выбирать крайний